

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
INSTITUTO DE GEOGRAFIA E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO



**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO CONCELHO DA AMADORA E  
SUSCEPTIBILIDADE ÀS INUNDAÇÕES**

**EMANUEL AUGUSTO LOPES CRUCHO**

MESTRADO EM GEOGRAFIA FÍSICA E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

2013



UNIVERSIDADE DE LISBOA  
INSTITUTO DE GEOGRAFIA E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO



## **CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO CONCELHO DA AMADORA E SUSCEPTIBILIDADE ÀS INUNDAÇÕES**

**EMANUEL AUGUSTO LOPES CRUCHO**

Relatório de Estágio sob orientação da Professora Doutora Catarina Ramos e da  
Doutora Deolinda Costa

MESTRADO EM GEOGRAFIA FÍSICA E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

2013



## **AGRADECIMENTOS**

Após chegar ao fim desta longa caminhada, resta-me lembrar e agradecer a todos aqueles que para este desfecho muito contribuíram, pois sem eles não teria sido possível sequer dar o primeiro passo.

Tudo o que hoje sou devo-o aos meus pais e ao meu irmão, que fizeram de tudo para que nunca me faltasse nada, para além de sempre me terem dado toda a liberdade para escolher o meu futuro, por isso e muito mais agradeço-lhes toda a dedicação, esforço e carinho, que a cada dia me foram dando.

Apesar de apenas entrar na parte final da minha formação, gostava de deixar aqui um sincero e especial agradecimento à Prof. Dr<sup>a</sup>. Catarina Ramos, pois o seu conhecimento, a sua paciência, dedicação e rigor foram inextinguíveis. Estou-lhe eternamente grato, pois apesar de todas as contrariedades registadas ao longo do ano, nunca abdicou da minha orientação, nem nunca me tentou demover de tentar ir para além dos objectivos inicialmente definidos. Tendo sempre empregue boa parte do seu tempo e esforço em prol do trabalho aqui apresentado.

Também quero deixar uma palavra de gratidão a todos aqueles que permitiram e colaboraram para que pudesse estagiar durante cerca de 9 meses na Câmara Municipal da Amadora.

Agradeço particularmente à Dr<sup>a</sup> Deolinda Costa pela orientação, compreensão e integração no meio laboral.

Para além disso, devo também um agradecimento especial à restante equipa do DIG; ao Dr<sup>o</sup> Fernando, por toda a colaboração, em especial no tratamento da informação cartográfica e no trabalho de campo; ao Dr<sup>o</sup> João, pelos ensinamentos em SIG e partilha de informação, à Maria pelo companheirismo e disponibilidade e à Dr<sup>a</sup> Ana Margarida, Dr<sup>a</sup> Susana e Manuel por toda a colaboração e amizade.

Determinante foi também a cooperação do Serviço Municipal de Protecção Civil da Amadora, nomeadamente do Dr<sup>o</sup> Luís Carvalho. Seja pela partilha de informação, ou pelo auxílio no trabalho de campo, bem como nos vários esclarecimentos prestados.

Agradeço também o auxílio do Drº Nuno Leitão da Universidade Lusófona de Lisboa, no capítulo climático, quer pela partilha de informação, ideias ou métodos.

Por último resta-me agradecer todo o apoio prestado por amigos e família. Em especial à Eliana Caldas que me apoiou em todos os momentos desta etapa. E aos amigos, Telmo Carvalheiro e Jorge Antunes, por toda a amizade e colaboração que demonstraram durante o meu percurso académico.

Em certa maneira, parte do trabalho aqui exposto é fruto também dos ensinamentos e influencias que todos me foram transmitindo ao longo do meu percurso. A todos agradeço profundamente.

## RESUMO

O conhecimento do território e a compreensão da sua dinâmica são um trunfo para o progresso e para a sua ocupação sustentável. Foi com esse intuito que o presente trabalho foi elaborado, pois só conhecendo e compreendendo as interacções entre os sistemas biofísicos que o compõem e as intervenções humanas que nele se fazem, é que se pode efectuar um adequado ordenamento e gestão territoriais. Por outras palavras: maximizar as suas potencialidades e minimizar os seus riscos.

Sendo assim, neste trabalho, realizado no âmbito de um estágio na Divisão de Informação Geográfica da Câmara Municipal da Amadora, analisaram-se as características do ambiente físico do concelho e aplicaram-se algumas delas à temática das cheias e inundações.

Examinaram-se diversas variáveis climáticas, das quais se destacam a precipitação e a temperatura, no período compreendido entre 1950 e 2010, a partir das quais se identificaram as respectivas tendências evolutivas. Foi dado um especial realce às precipitações, com base nas quais se definiram os períodos secos e chuvosos, o regime provável e o modelo numérico de precipitação no concelho. A conjugação destas duas variáveis climáticas permitiu, ainda, calcular o balanço hidrológico do concelho.

Reconstituiu-se a rede hidrográfica, inclusivé, as linhas de água encanadas, com recurso a diversos documentos cartográficos de diferentes épocas e delimitaram-se as respectivas bacias de drenagem. Efectuou-se a análise quantitativa das componentes físicas das bacias (geometria, relevo, subsolo e sistema de drenagem) bem como da ocupação e uso do solo. Esta análise permitiu definir as condições de infiltração da água no concelho e quais as bacias mais susceptíveis às cheias. A seguir, usou-se o modelo de Reis (2011) para detectar quais os troços fluviais mais susceptíveis às cheias. Finalmente, o levantamento de campo, de mais de 50 locais inundados, permitiu apurar os factores de predisposição às inundações no concelho.

**PALAVRAS-CHAVE:** características físicas, bacias hidrográficas, susceptibilidade a cheias, Amadora

## **ABSTRACT**

Comprehension and knowledge of the territory dynamics are a trump card for the progress and for its sustainable occupation. It was with it in mind that this work was made. A correct organization and management of the territory are only possible by knowing and understanding the interactions between the biophysical systems and the human interventions exercised upon them. In other words: maximize the potentialities and reduce the risks.

In this work, made during an internship in the Geographic Information Division of the Municipality of Amadora, the characteristics of the physical environment of the county were analyzed and its results were applied to the evaluation of flood susceptibility.

Several climatic variables were examined, especially precipitation and temperature (between 1950 and 2010), from which the evolutionary trends were identified. It was given a special emphasis to precipitation, mainly the definition of dry and rainy periods, the probable regime and its numeric model in the county. The combination of these two climatic variables allowed the calculation of the water balance of the county.

A redrawing of the drainage network was made, including the piped streams, using several cartographic documents from different ages. A quantitative analysis of the basins physical components (geometry, relief, subsoil and drainage system) was done, as well as the land use and human occupation. This analysis allowed to define the conditions of water infiltration and which basins are more susceptible to flooding. Next, the Reis (2011) model were used to detect river sections more susceptible to flooding. Finally, the field work over 50 flooded sites allowed to identify the most prominent factors to flooding.

**KEYWORDS:** physical components of the environment, drainage basins, susceptibility to flooding, Amadora



## ÍNDICE

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I - CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DO CONCELHO</b> .....	3
<b>1. Metodologia</b> .....	3
<b>2. Enquadramento climático regional</b> .....	13
<b>3. Precipitação</b> .....	16
3.1. Precipitação anual.....	16
3.2. Precipitação mensal.....	19
3.3. Repartição espacial da precipitação.....	23
<b>4. Temperatura</b> .....	25
<b>5. Outros elementos climáticos</b> .....	28
5.1. Vento.....	28
5.2. Humidade Relativa.....	29
5.3. Radiação solar global e insolação.....	30
5.4. Nevoeiro.....	31
<b>CAPÍTULO II - COMPONENTES HIDROGEOMORFOLÓGICAS DO CONCELHO</b> ...	33
<b>1. Substrato geológico</b> .....	33
1.1. Metodologia.....	33
1.2. Enquadramento e estrutura geológica.....	38
1.3. Caracterização das formações geológicas.....	44
1.3.1 Formações sedimentares.....	44
1.3.2. Formações vulcânicas.....	49
<b>2. Relevo</b> .....	50
2.1. Metodologia.....	50
2.2. Hipsometria.....	51
2.3. Declives.....	53
2.4. Exposição das vertentes.....	55
2.5. Unidades morfológicas.....	57

<b>3. Rede Hidrográfica e Regime Hidrológico.....</b>	<b>59</b>
3.1. Metodologia.....	59
3.2. Hidrografia.....	61
3.3. Balanço Hídrico.....	64
<b>CAPÍTULO III - CHEIAS E INUNDAÇÕES: FATORES DE PREDISPOSIÇÃO E OCORRÊNCIAS.....</b>	<b>66</b>
<b>1. Condições de infiltração da água no concelho.....</b>	<b>66</b>
1.1. Permeabilidade do substrato geológico.....	66
1.2. Influência do uso e ocupação do solo na infiltração.....	69
1.3. Permeabilidade composta entre as condições naturais e a ocupação humana.....	74
<b>2. Cheias e inundações.....</b>	<b>80</b>
2.1. Metodologia.....	80
2.2. Características físicas das bacias de drenagem.....	89
2.3. Tempos de concentração e caudais de ponta.....	95
2.4. Modelo de susceptibilidade às cheias.....	98
2.5. Locais inundados: características, distribuição espacial e frequência de ocorrência.....	101
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>121</b>
Referências Bibliográficas.....	125
<b>ANEXOS.....</b>	<b>129</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Relação entre a precipitação média anual das estações seleccionadas na fase 1 e a altitude a que se situam.....	7
<b>Figura 2</b> – Localização das estações meteorológicas consideradas para a escolha da estação de referência e para o preenchimento das respectivas lacunas.....	8
<b>Figura 3</b> – Representação gráfica da recta de regressão e consequente equação que permitiu estimar o valor de Abril de 2008 para S. Julião do Tojal.....	9
<b>Figura 4</b> – Estação Meteorológica do SMPCA.....	10
<b>Figura 5</b> – Área envolvente à estação meteorológica do SMPCA.....	12
<b>Figura 6</b> – Classificação climática de Koppen aplicada à Península Ibérica.....	13
<b>Figura 7</b> – Gráfico temopluviométrico indicativo do contexto climático municipal....	15
<b>Figura 8</b> – Precipitação média anual de Portugal Continental relativa ao período 1961-90.....	16
<b>Figura 9</b> - Precipitação anual de S. Julião do Tojal (mm) para o período entre 1950 e 2010.....	16
<b>Figura 10</b> – Precipitação mensal de quatro anos extremos.....	20
<b>Figura 11</b> – Regimes prováveis mensais da precipitação para S. Julião do Tojal (1950/51 – 2009/10).....	22
<b>Figura 12</b> – Modelo numérico de precipitação anual do município da Amadora.....	24
<b>Figura 13</b> – Temperatura média anual de Portugal Continental relativa ao período 1961-90.....	25
<b>Figura 14</b> – Temperatura média anual, da série construída para Queluz, para o período entre 1950 e 2010.....	25
<b>Figura 15</b> – Rumo do vento na região de Lisboa.....	28
<b>Figura 16</b> – Velocidade do vento por rumo e estação do ano na região de Lisboa..	29

<b>Figura 17</b> – Variação mensal da humidade relativa na estação meteorológica do SMPCA.....	30
<b>Figura 18</b> – Radiação solar global directa e difusa na região de Lisboa (1939-70)..	30
<b>Figura 19</b> – Número de horas anuais de insolação directa.....	31
<b>Figura 20</b> – Repartição espacial dos vários tipos de nevoeiro na região de Lisboa..	32
<b>Figura 21</b> – Localização do município nas unidades morfoestruturais de Portugal Continental.....	38
<b>Figura 22</b> – Área ocupada pelos diferentes períodos geológicos no município da Amadora.....	39
<b>Figura 23</b> – Área ocupada pelos diferentes conjuntos litológicos no município da Amadora.....	41
<b>Figura 24</b> – Carta geológica do município da Amadora.....	42
<b>Figura 25</b> – Carta litológica do município da Amadora.....	43
<b>Figura 26</b> – Hipsometria do concelho da Amadora.....	52
<b>Figura 27</b> – Carta de declives do município da Amadora.....	54
<b>Figura 28</b> – Carta de exposições do município da Amadora.....	56
<b>Figura 29</b> – Carta de unidades morfológicas principais do concelho da Amadora.	58
<b>Figura 30</b> – Georreferenciação da fotografia aérea 611, do voo de 1944.....	59
<b>Figura 31</b> – Bacias hidrográficas que drenam o concelho da Amadora.....	63
<b>Figura 32</b> – Balanço hídrico mensal de referência para o município da Amadora.....	65
<b>Figura 33</b> – Permeabilidade do substrato geológico do município da Amadora.....	68
<b>Figura 34</b> – Uso e ocupação do solo, em 1990, no município da Amadora.....	70
<b>Figura 35</b> – Uso e ocupação do solo, em 2007, no município da Amadora.....	72
<b>Figura 36</b> – Influência do uso e ocupação do solo, em 2007, na infiltração da água no município da Amadora.....	77

<b>Figura 37</b> – Área do município, por classes de permeabilidade composta.....	78
<b>Figura 38</b> – Permeabilidade composta do município da Amadora.....	80
<b>Figura 39</b> – Bacias hidrográficas consideradas na elaboração da carta de susceptibilidade à ocorrência de cheias do concelho da Amadora.....	84
<b>Figura 40</b> – Carta de susceptibilidade à ocorrência de cheias no município da Amadora.....	99
<b>Figura 41</b> – Localização das ocorrências com dois ou mais eventos de inundação, no concelho da Amadora, entre 2000 e 2010.....	102
<b>Figura 42</b> – Localização de alguns casos típicos de inundação no concelho.....	106
<b>Figura 43</b> – Envolvente do local inundado nº 2.....	107
<b>Figura 44</b> – Local inundado nº 5.....	108
<b>Figura 45</b> – Pormenor do local inundado nº 5.....	108
<b>Figura 46</b> – Carta da perigosidade dos locais inundados no município entre 2000-10.....	117
<b>Figura 47</b> – Porta de entrada de uma das casas da Rua Oscar Monteiro Torres....	119
<b>Figura 48</b> – Caso dos locais inundados nº 21 e 50.....	120

## ÍNDICE DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Estações com coeficientes de correlação mais elevados com a estação meteorológica do SMPCA.....	5
<b>Quadro 2</b> – Coeficientes de correlação entre os dados de precipitação mensal da estação meteorológica de Cacém e com os dados das 33 estações analisadas.....	6
<b>Quadro 3</b> – Desvios das estações seleccionadas na fase 1 em relação à recta de regressão.....	7
<b>Quadro 4</b> – Origem dos dados mensais da série de precipitação mensal construída para São Julião do Tojal.....	9
<b>Quadro 5</b> – Rumos do Vento em várias estações meteorológicas próximas do concelho, entre Dezembro de 2010 e Setembro de 2012.....	10
<b>Quadro 6</b> – Características da precipitação por normais climáticas.....	17
<b>Quadro 7</b> – Características da precipitação por décadas.....	17
<b>Quadro 8</b> – Classificação de meses e anos em Muito Secos, Secos, Normais, Húmidos e Muito Húmidos para S. Julião do Tojal.....	18
<b>Quadro 9</b> – Diferença entre os valores médios mensais e os valores dos anos extremos de precipitação.....	21
<b>Quadro 10</b> – Tendências evolutivas da precipitação mensal, entre 1950 e 2010.....	21
<b>Quadro 11</b> – Classificação da precipitação mensal por normal climática.....	22
<b>Quadro 12</b> – Características da temperatura por normal climática (Queluz).....	26
<b>Quadro 13</b> – Flutuação da temperatura média mensal das normais climáticas em função da média global da série (Queluz).....	27
<b>Quadro 14</b> – Tendências evolutivas da temperatura mensal, entre 1950 e 2010.....	27
<b>Quadro 15</b> – Síntese da informação geológica do município da Amadora.....	35
<b>Quadro 16</b> – Conjuntos litológicos e respectiva permeabilidade.....	36
<b>Quadro 17</b> – Área ocupada pelas classes altitudinais no do município da Amadora.....	51
<b>Quadro 18</b> – Área ocupada pelas classes de declive no município da Amadora.....	53
<b>Quadro 19</b> – Área ocupada pelas classes de exposição das vertentes do município da Amadora.....	55
<b>Quadro 20</b> – Área do município drenada por cada bacia hidrográfica.....	62
<b>Quadro 21</b> – Componentes do balanço hídrico do município.....	65

<b>Quadro 22</b> – Uso e ocupação do solo segundo a COS de 1990 e de 2007.....	71
<b>Quadro 23</b> – Agrupamento das classes de uso e ocupação do solo para a análise da capacidade de infiltração da água.....	75
<b>Quadro 24</b> – Classificação da permeabilidade composta e das variáveis que a originaram.....	78
<b>Quadro 25</b> – Informação de base utilizada no capítulo.....	81
<b>Quadro 26</b> – Classificação da permeabilidade da zona vadosa das bacias hidrográficas.....	86
<b>Quadro 27</b> – Grau de infiltração da água.....	88
<b>Quadro 28</b> – Algumas características geométricas das bacias consideradas.....	93
<b>Quadro 29</b> – Algumas características da rede de drenagem das bacias consideradas.....	93
<b>Quadro 30</b> – Algumas características do relevo das bacias consideradas.....	93
<b>Quadro 31</b> – Caracterização da permeabilidade e ocupação do solo de cada bacia.....	94
<b>Quadro 32</b> – Tempos de concentração das bacias consideradas.....	97
<b>Quadro 33</b> – Caudais de ponta e respectivos períodos de retorno das bacias consideradas.....	97
<b>Quadro 34</b> – Importância de cada bacia nas classes de susceptibilidade às cheias no interior do concelho.....	100
<b>Quadro 35</b> – Classes de susceptibilidade da rede hidrográfica de cada bacia às cheias, no interior do concelho.....	100
<b>Quadro 36</b> – Ocorrências de inundações ordenadas por número de eventos, com indicação da freguesia e morada aproximada.....	103
<b>Quadro 37</b> Caracterização dos Locais inundáveis no concelho, com registo de mais de duas inundações entre 2000 e 2010.....	109
<b>Quadro 38</b> – Distribuição, por freguesia, dos locais inundados e suas das causas (2000-2010).....	113
<b>Quadro 39</b> – Frequência de ocorrência das inundações por freguesia (2000 - 2010).....	115
<b>Quadro 40</b> – Classes de perigosidade de inundações por freguesia (2000-2010).....	115

<b>Quadro 41 – Correspondência entre as Causas e a Perigosidade dos Locais Inundados.....</b>	<b>116</b>
---	------------



## INTRODUÇÃO

O presente trabalho surge no seguimento de um protocolo entre o Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa (IGOT) e a Câmara Municipal da Amadora (CMA), ao abrigo do qual pude estagiar cerca de nove meses na Divisão de Informação Geográfica da referida autarquia.

O estágio teve como grande objectivo dar resposta a novas disposições legais, advindas do Decreto-Lei (DL) 380/1999 de 22 de Setembro (Regime Jurídico dos Instrumentos de Planeamento Territorial) que veio reorganizar e redistribuir competências e responsabilidades no âmbito da elaboração dos Planos Directores Municipais (PDM's). Na sua última revisão (DL 46/2009) procurou responsabilizar os municípios, alertando-os para a necessidade de actualização de diversos conteúdos a integrar nos PDM's, aumentando também a sua abrangência. Reforçou a exigência dos conteúdos em diversos domínios, nomeadamente nos domínios biofísico e ambiental, determinando, no artigo 12º, a obrigatoriedade dos instrumentos de gestão territorial identificarem os recursos e valores naturais do território, bem como todos os sistemas fundamentais à sua utilização sustentável. Os estudos de caracterização biofísica do concelho integram, mesmo, a primeira alínea do modelo organizacional do PDM, definido no artigo 85º (DL 46/2009).

Este Relatório de Estágio surge na sequência destas exigências legais e teve como objectivo fundamental actualizar a análise física que integra a componente biofísica dos estudos de caracterização do concelho. Para além disso, e agregado, quer ao gosto pessoal pela temática das cheias e inundações, quer à carência de estudos no município sobre esta matéria, integrou-se também, neste trabalho, uma análise sobre as inundações no município que pudesse contribuir, posteriormente, para a cartografia municipal dos riscos, no que respeita às áreas inundadas.

Sendo assim, o Relatório de Estágio organiza-se em três capítulos: os dois primeiros incidem sobre a caracterização física do concelho e o último sobre a susceptibilidade às cheias e inundações.

No primeiro capítulo efectuou-se a caracterização climática do município, incidindo, no essencial, sobre a precipitação e temperatura, devido à carência de dados dos outros elementos climáticos, que, à excepção da humidade relativa, se basearam na bibliografia existente sobre a região em que se integra o concelho.

No segundo capítulo analisaram-se as componentes físicas do concelho, a saber: substrato geológico (estrutura geológica, idade e litologia), relevo (hipsometria, declives, exposição das vertentes e unidades morfológicas) e, por último, a rede hidrográfica e aspectos hidrológicos essenciais (principais linhas de água e respectivas bacias de drenagem e balanço hidrológico).

O terceiro capítulo incidiu sobre a temática das cheias e inundações, nele se efectuando uma análise quantitativa das componentes físicas das bacias de drenagem e as condições de infiltração da água no município através da definição, não só da permeabilidade das formações geológicas que compõem o subsolo, mas também do grau de impermeabilização dos terrenos devido à urbanização, e respectivas tendências evolutivas. Elaborou-se um modelo de susceptibilidade às cheias e compararam-se os resultados com as ocorrências de inundação. Para além da frequência de ocorrência das inundações e sua distribuição espacial, com base nos dados fornecidos pelo Serviço Municipal de Protecção Civil da Amadora, efectuou-se o levantamento de campo de mais de meia centena de locais inundados, o qual permitiu compreender quais os factores condicionantes (de predisposição) que estão na origem das inundações.

Esta abordagem veio fornecer ao município instrumentos passíveis de consideração na gestão e ordenamento do seu território, contribuindo para o aumento do conhecimento sobre as áreas de maior susceptibilidade ao fenómeno das inundações. Para além disso, o presente trabalho pode também ajudar na identificação das áreas de Reserva Ecológica Nacional (REN) do município (DL 239/2012), especificamente nas áreas relevantes para a sustentabilidade do ciclo hidrológico terrestre (cursos de água e respectivos leitos e margens) e áreas de prevenção de riscos naturais (zonas ameaçadas por cheias).

## CAPÍTULO I – CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DO CONCELHO

### 1. Metodologia

Dada a inexistência de Estações Meteorológicas do Instituto Português do Mar e Atmosfera (IPMA) ou da Agência Portuguesa do Ambiente (APA) dentro do perímetro do município da Amadora, a caracterização climática do concelho revelou algumas dificuldades que se procuraram, em parte, suprimir com diversos procedimentos metodológicos dependentes da informação existente.

#### Precipitação

Uma vez que a precipitação é o factor desencadeante das inundações no concelho (tema do Capítulo 3 do presente trabalho), procurou construir-se uma série de precipitação que fosse representativa da região onde se insere o concelho da Amadora. Inicialmente foram seleccionadas 38 estações (Anexo 1), localizadas num raio envolvente do concelho que abrangeu a região Oeste, o Vale do Tejo e a Península de Setúbal, no sentido de obter uma série com o menor número de lacunas possível. O Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH) forneceu os dados de 34 dessas estações, tendo sido também aproveitados os dados de 4 estações amadoras: Damaia, Queluz e Portela, obtidos através da plataforma *online Wunderground*, e a estação meteorológica “base” do Serviço Municipal de Protecção Civil da Amadora (SMPCA), localizada na freguesia de Venteira. Uma primeira observação desses dados mostrou que não seria possível ter dados diários que permitissem estudar os casos de inundação registados. Contudo, para a caracterização climática do concelho (tema do Capítulo I), optou-se por construir uma série de dados mensais, que permitisse analisar a evolução temporal da precipitação e a sua distribuição espacial.

Dos dados recolhidos das estações meteorológicas do SNIRH, foram excluídos os de valor 0 (zero), porque a inclusão destes valores podia aumentar o erro introduzido na série. Os dados de valor nulo mensal podem estar associados a erros técnicos dos equipamentos ou mesmo a erros nas medições de quantidades muito

pequenas de chuva ou até a situações de orvalho (Wijngaard, in Santos et. al., 2011). Para além disso, diversos autores salientam que as medições automáticas de precipitação nem sempre conferem maior rigor às séries, acabando, por vezes, por gerar maior quantidade de lacunas (Wijngaard et. al., 2003).

Uma vez que a estação meteorológica do SMPCA se encontra em funcionamento apenas desde Dezembro de 2010, para a caracterização do regime da precipitação no concelho optou-se por escolher, dentro das 38 estações previamente seleccionadas, uma estação de referência cujas precipitações mensais tivessem um comportamento semelhante ao das registadas pela estação do SMPCA, mas com um período de funcionamento maior. Essa escolha adveio de um processo moroso de análise às respectivas séries de precipitação, tendo especial atenção aos períodos temporais e quantidade de lacunas existente. Assim, das 38 apenas 6 tinham dados mensais comuns para o período entre Dezembro de 2010 e Setembro de 2012. Usou-se o coeficiente de correlação de Pearson, método bastante utilizado para comparar diferentes séries de precipitação (Chow, 1964, in Hipólito et. al., 2011). Os valores dos coeficientes de correlação entre estas seis estações e a do SMPCA mostram que existem três com valores superiores a 0,9 (Quadro 1). Atendendo ao pequeno período de dados da estação do SMPCA, houve a necessidade de alargar o mesmo. Nesse sentido, usou-se a estação com maior correlação (Quadro 1) e que também é a mais próxima do município da Amadora (Queluz). Contudo o período de funcionamento desta estação (início da actividade em Fevereiro de 2007) também é curto, pelo que se utilizou o mesmo método, tendo sido comparadas 19 estações, através dos coeficientes de correlação para os dados comuns (Fevereiro de 2007 e Setembro de 2010). Desta vez, verificou-se que a estação com maior correlação (0,97) com Queluz era o Cacém. Esta estação tem dados entre Outubro de 1979 e Maio de 2008. Este período cobre quase o período mínimo (30 anos) estipulado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) para a avaliação do clima de um determinado local (WMO, 2011). No sentido de obter uma estação com uma série temporal mais longa, efectuou-se o mesmo procedimento, calculando-se o coeficiente de correlação entre os dados mensais do Cacém e os de 33 estações com dados simultâneos (Quadro 2).

Para um maior rigor na escolha final da estação de referência e para o posterior preenchimento das lacunas da respectiva série, foram definidos os seguintes critérios, aplicados em duas fases:

- Fase 1: estações que tenham um Coeficiente de Correlação igual ou superior a 0,90 com a estação do Cacém e localizadas na AML Norte (tal como o concelho da Amadora);
- Fase 2: Das estações seleccionadas na fase 1 (num total de 10, as 7 assinaladas no Quadro 2, mais as estações de Quinta do Pisão e Orjariça) as que apresentem um menor desvio à recta de regressão entre a precipitação (neste caso anual) e a altitude das estações (Figura 1 e Quadro 3) e que tenham uma maior proximidade geográfica com a Amadora (Figura 2).

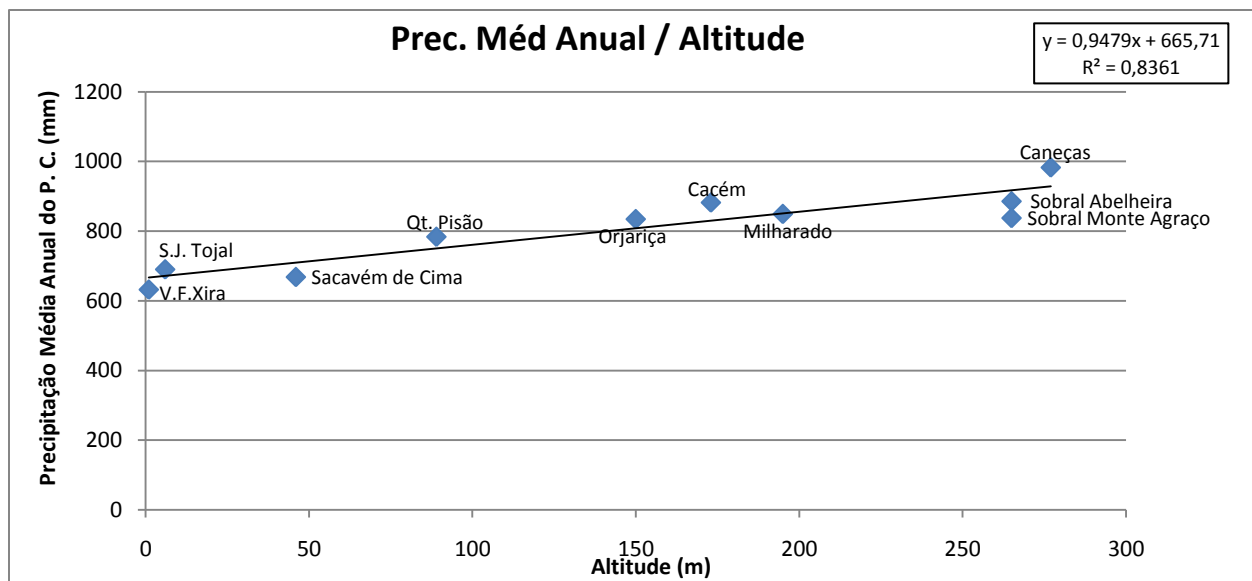
**Quadro 1 – Estações com coeficientes de correlação mais elevados com a estação meteorológica do SMPCA.**

Queluz	Sobral da Abelheira	São Julião do Tojal
0,97	0,97	0,92

A introdução, na fase 2 da escolha da estação de referência, do factor relevo (aqui representado pela altitude) deve-se ao facto de que esta explica, em grande parte, a repartição espacial da precipitação nesta região do País (coeficiente de determinação ( $r^2$ ) = 0,84; Figura 1). A introdução do factor proximidade geográfica é no sentido de eliminar os efeitos da latitude e da maior ou menor proximidade ao oceano.

**Quadro 2 – Coeficientes de Correlação entre os dados de precipitação mensal da Estação Meteorológica de Cacém e os das 33 estações analisadas. Assinala-se, a cinzento as estações escolhidas, no final de todos os processos metodológicos, para o preenchimento de lacunas. As restantes foram excluídas mediante os critérios anteriormente mencionados.**

ORDEM	ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS	VALOR DE CORRELAÇÃO
1	QUELUZ (WEB)	0,973
2	LOUSA (20B/03C)	0,969
3	COLARES (SARRAZOLA) (21A/01C)	0,967
4	LINHÓ (21A/09G)	0,965
5	QUINTA DO PISÃO (21A/08UG)	0,964
6	ARRANHÓ (20C/03G)	0,962
7	BARRAGEM RIO DA MULA (21A/10G)	0,964
8	SACAVÉM DE CIMA (21C/01UG)	0,952
9	MILHARADO (20B/06UG)	0,946
10	CANEÇAS (21B/11UG)	0,945
11	CALHANDRIZ (20C/04UG)	0,944
12	BELAS (21B/09U)	0,944
13	ORJARIÇA (19B/05C)	0,941
14	ALENQUER (19C/10U)	0,933
15	VILA FRANCA DE XIRA (LEZÍRIA) (20D/01C)	0,931
16	SOBRAL DA ABELHEIRA (20B/02UG)	0,929
17	SÃO JULIÃO DO TOJAL (20C/01C)	0,925
18	VILA NOGUEIRA DE AZEITÃO (22C/02UG)	0,919
19	PORTELA (WEB)	0,913
20	PEREIRO DA PALHACANA (19C/11U)	0,912
21	MONTE DA CAPARICA (22B/01C)	0,912
22	SOBRAL DE MONTE AGRAÇO (19C/01UG)	0,906
23	CANHA (21F/01UG)	0,903
24	COMPORTA (23E/01C)	0,903
25	MOINHOLA (22F/03C)	0,891
26	MONTEVIL (23F/01UG)	0,888
27	ALCOCHETE (21D/01UG)	0,887
28	TORRES VEDRAS (19B/01UG)	0,885
29	ÁGUAS DE MOURA (22E/01UG)	0,877
30	SANTO ESTEVÃO (20E/02UG)	0,875
31	BARRAGEM DE MAGOS (20E/01C)	0,87
32	CHELEIROS (20B/04GC)	0,854
33	CASCAIS (21A/11G)	0,723



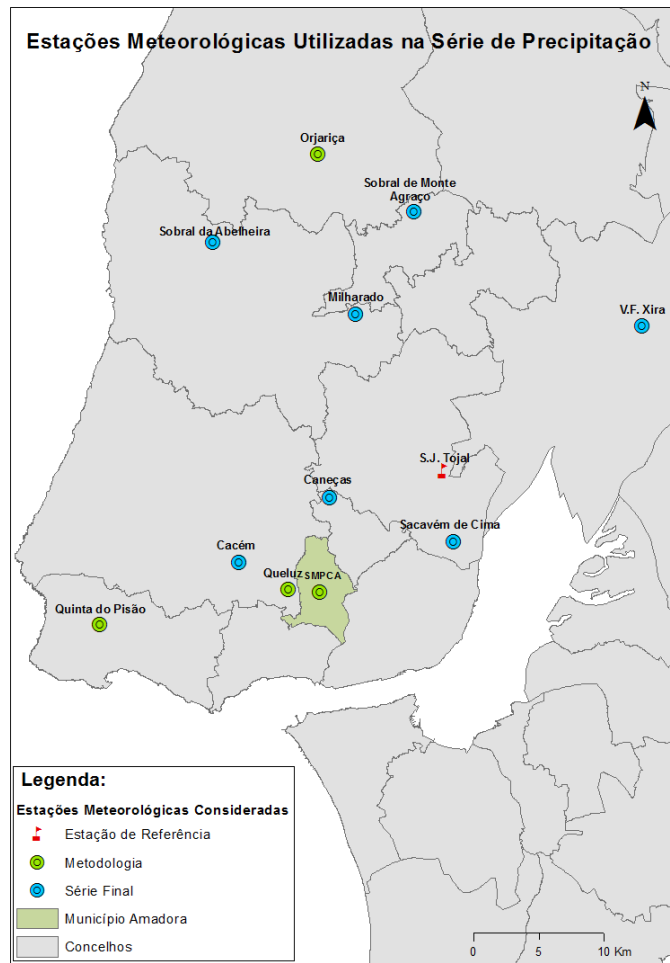
**Figura 1 – Relação entre a precipitação média anual das estações seleccionadas na fase 1 e a altitude a que se situam. Nota: a precipitação média anual corresponde a um período comum a todas as estações (período com menor nº de lacunas). Neste caso foram considerados 18 anos (1983 e 1984 e 1986 a 2001)**

A escolha da estação de referência recaiu em S. Julião do Tojal, porque é a segunda com um menor desvio em relação à recta de regressão, logo a seguir ao Milharado (Figura 1 e Quadro 3), por se situar mais próxima da Amadora do que esta estação (Figura 2) e, ainda, porque em relação aos dados da estação do SMPCA é uma das três estações com um coeficiente de correlação superior a 0,9 (Quadro 1).

**Quadro 3 – Desvios das estações seleccionadas na fase 1 em relação à recta de regressão.**

Estações Meteorológicas		Desvios à Recta de Regressão
1	MILHARADO (20B/06UG)	-1,09
2	SÃO JULIÃO DO TOJAL (20C/01C)	18,88
3	ORJARIÇA (19B/05C)	26,74
4	SOBRAL DA ABELHEIRA (20B/02UG)	-31,18
5	QUINTA DO PISÃO (21A/08UG)	33,85
6	VILA FRANCA DE XIRA (LEZÍRIA) (20D/01C)	-34,39
7	SACAVÉM DE CIMA (21C/01UG)	-40,87
8	CACÉM (21B/10G)	52,5
9	CANEÇAS (21B/11UG)	54,62
10	SOBRAL DE MONTE AGRAÇO (19C/01UG)	-79,16

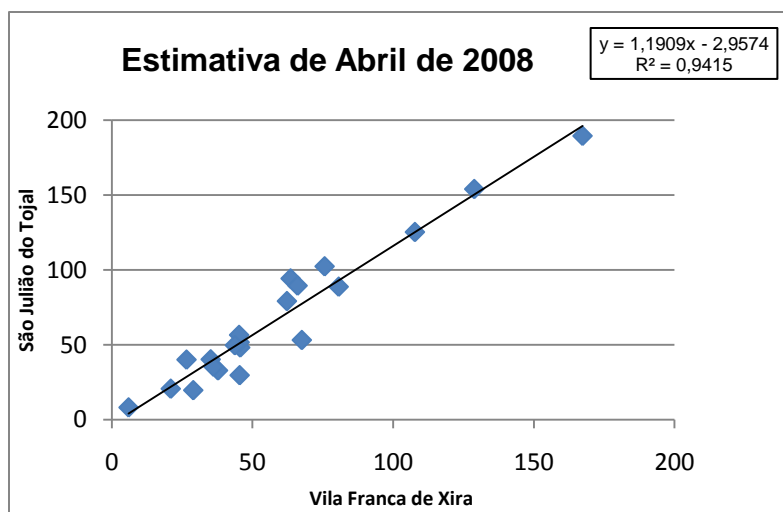
Após a escolha da estação de referência, foi necessário definir o período de dados a utilizar e consequente preenchimento das lacunas da série dessa estação. No primeiro caso, procurou-se ter uma série de 60 anos (que incluísse o período abrangido por duas normais climatológicas); no segundo caso, recorreu-se ao método baseado nos coeficientes de correlação de Pearson e de regressões lineares. Este método tem sido aplicado por diversos autores nos domínios da climatologia e hidrologia. Hipólito et al, (2011) realçam que esta prática apenas deve ser tida em conta se os valores do coeficiente de determinação forem superiores a 0,70. Esta situação permite que a confiança dos valores estimados a partir da equação de regressão ( $Y=ax+b$ ) transmita uma maior fiabilidade aos mesmos.



**Figura 2 – Localização das estações meteorológicas consideradas para a escolha da estação de referência e para o preenchimento das respectivas lacunas.**

Assim, para cada mês, foi correlacionada a série de S. Julião do Tojal com as das estações seleccionadas (Quadro 3). Para o preenchimento das lacunas de cada mês foi escolhida a estação que apresenta um maior coeficiente de correlação para cada mês e, a partir da equação da recta de regressão, foi obtido o valor em falta. Veja-se, por exemplo, o caso da estimativa efectuada para o preenchimento do valor em falta do mês de Abril de 2008 (Figura 3). A estação com maior coeficiente de correlação com S. Julião do Tojal, para Abril, foi Vila Franca de Xira, pelo que foi a partir desta estação que foi preenchida a lacuna.





**Figura 3 – Representação gráfica da recta de regressão e consequente equação que permitiu estimar o valor de Abril de 2008 para S. Julião do Tojal.**

Tendo em conta a aplicação deste método à escala mensal, foi possível estimar 28 meses para a série em causa, sempre que o coeficiente de determinação fosse superior a 0,70. Estes meses representam cerca de 4% do total de meses da série, sendo os respectivos valores gerados a partir de 7 estações diferentes (Figura 2 e Quadro 4). No caso dos valores do coeficiente serem inferiores a 0,70, os valores da série foram preenchidos com a média mensal da estação de referência (Quadro 4).

**Quadro 4 – Origem dos dados mensais da série construída para São Julião do Tojal**

Dados Usados na Série de Precipitação Mensal		Nº de Meses	Nº de Meses (%)
Estação de Referência	SÃO JULIÃO DO TOJAL	639	88,8
Estações Fornecedoras de Dados Estimados	MILHARADO	5	0,7
	ORJARIÇA	0	0
	SOBRAL DA ABELHEIRA	1	0,1
	QUINTA DO PISÃO	0	0
	VILA FRANCA DE XIRA (LEZÍRIA)	14	1,9
	SACAVÉM DE CIMA	1	0,1
	CACÉM	1	0,1
	CANEÇAS	3	0,4
	SOBRAL DE MONTE AGRAÇO	3	0,4
Lacunas	Total de Valores Estimados	28	3,9
	Valores Preenchidos C/ a media mensal	53	7,4
	Total de Meses da Série	720	100

Em suma, construiu-se uma série de precipitação mensal para S. Julião do Tojal, entre 1950 e 2010 (60 anos), com base em 8 estações, que cederam dados à série final (Figura 2 e Quadro 4).

### Temperatura

Para a caracterização da temperatura, usou-se o período entre 1951-2010 da série construída para Queluz, descrita na publicação “Histórico de Ocorrências no Município da Amadora 2000-2010/Normais Climatológicas da Amadora 1915-2012” (CMA & ULHT, 2013).

### Vento

Para a análise do Vento, usaram-se inicialmente os dados da estação meteorológica do SMPCA (Figura 4). Porém, a avaliação dos mesmos permitiu concluir que a estação não se encontra bem localizada para realizar medições relativas ao vento. De facto, a estação do SMPCA apresenta um rumo dominante de Sudeste, situação que não ocorre em mais nenhuma das estações analisadas em igual período na península de Lisboa, onde o vento dominante é do quadrante Norte (Quadro 5).



**Figura 4 – Estação Meteorológica do SMPCA (Fotografia de 14 de Março de 2013).**

**Quadro 5 – Rumos do Vento (%) em várias estações meteorológicas próximas do concelho, entre Dezembro de 2010 e Setembro de 2012**



	<b>SMPCA</b>	<b>S.J. Tojal</b>	<b>Arranhó</b>	<b>Caneças</b>	<b>Lousa</b>
N	1,2	12,2	79,4	9,3	3,5
NE	0	3,7	4,2	72,3	52,5
E	2,4	8,4	0,2	0,3	33
SE	47,8	1,8	0	0,3	2,3
S	25,6	5,8	9,9	0,3	1,7
SW	10,9	2,8	4	16,9	4,6
W	3,9	10	0,5	0,3	1,7
NW	8,2	55,2	1,8	0,3	0,6

A explicação para este fenómeno prende-se com a localização da estação. Como se pode observar na Figura 5, esta encontra-se no interior de uma praça, rodeada de prédios (4 e 5 pisos) nos quadrantes Norte, Oeste e Leste. No quadrante Sul estão duas ruas de acesso, orientadas aproximadamente a Sul e Sudoeste. Estas favorecem a canalização dos ventos e conseqüentemente, tornam as medições do rumo do vento inutilizáveis, pois não medem o vento de gradiente, mas sim um fluxo local que não ilustra a real direcção do vento que afecta o município. Em função desta situação decidiu-se recorrer a Alcoforado & Dias (2002) para caracterizar esta variável.

## Localização da Estação Meteorológica do SMPCA



### Legenda:

-  Estação Meteorológica - SMPCA
-  Ruas de Acesso

0 112,5 225 Metros

Figura 5 – Área envolvente à Estação Meteorológica do SMPCA (Fonte: Ortofotomapa de 2009 – CMA).

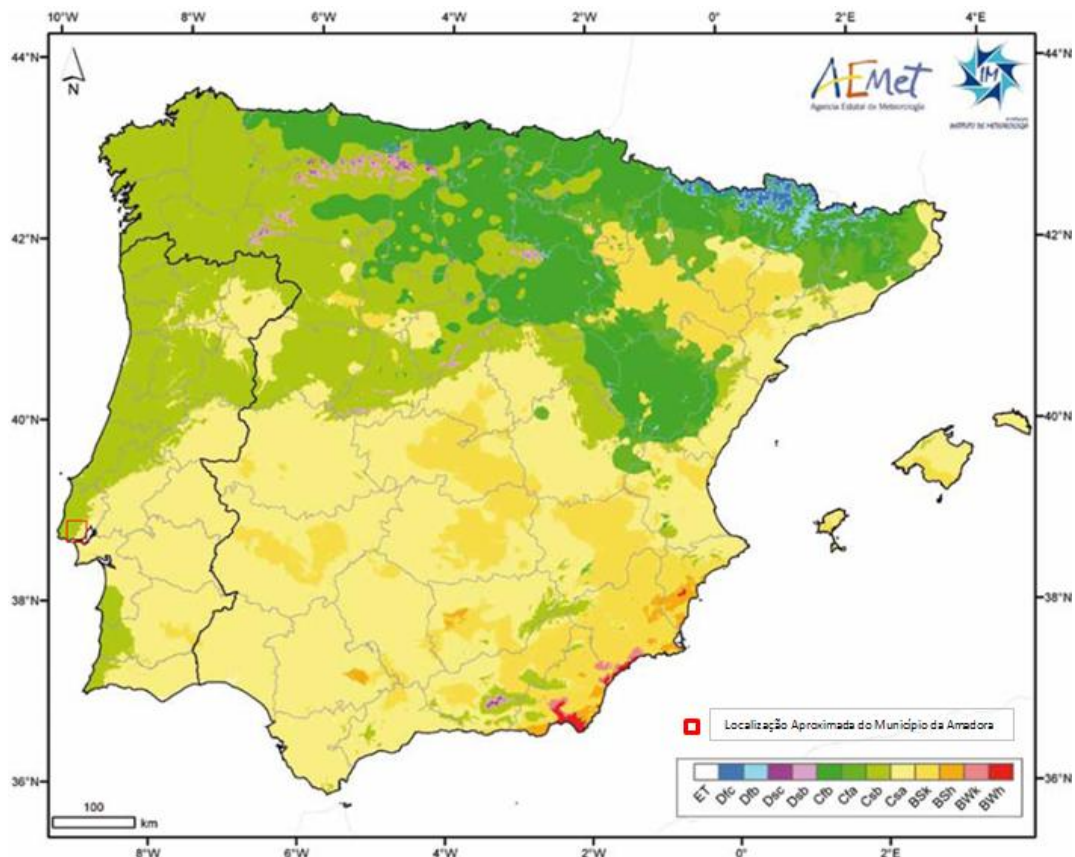


## Outros elementos climáticos

A análise da radiação solar, da insolação e do nevoeiro baseou-se, igualmente, em Alcoforado & Dias (2002), enquanto para a humidade relativa foram usados os registos médios mensais entre Dezembro de 2010 e Fevereiro de 2013, relativos à estação meteorológica do SMPCA.

## 2. Enquadramento Climático Regional

À escala da Península Ibérica, e segundo a classificação climática de Köppen, o município da Amadora enquadra-se nos climas temperados de tipo mediterrâneo (AEM & IM, 2011), encontrando-se numa área de transição entre dois subtipos climáticos mediterrâneos (Csa e Csb; Figura 6).



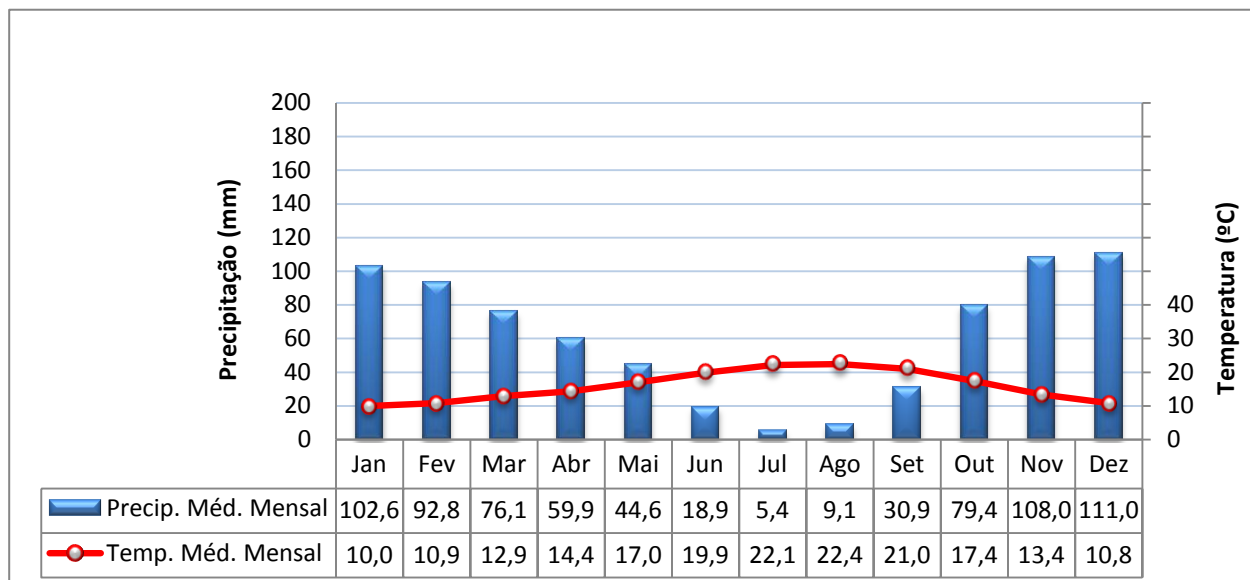
**Figura 6 – Classificação climática de Köppen aplicada à Península Ibérica (Fonte: Adaptado do Atlas Climático Ibérico de 2011, produzido pela Agência Estatal de Meteorologia em cooperação com o Instituto de Meteorologia).**

De acordo com os critérios da classificação de Koppen (AEM & IM, 2011), a letra “C” indica que o clima é temperado, situando-se a média do mês mais frio entre 0°C e 18°C. Por outro lado, a letra “s” aplica-se aos climas que apresentem um período claramente seco no Verão. Relativamente às letras “a” e “b”, a primeira indica que a temperatura média mensal do mês mais quente é superior a 22°C, ao passo que a letra “b” indica que a temperatura média mensal do mês mais quente é inferior ou igual a 22°C, isto para além de 4 ou mais meses, possuírem obrigatoriamente uma temperatura média superior a 10°C.

Os dados termopluviométricos gerados para o contexto da Amadora (Figura 7), mostram que o município se encontra, tendencialmente, no subtipo climático “Csa”. No entanto situa-se num local onde se dá uma transição climática. Situação à qual Daveau et. al.,(1987) já dava destaque na década de 80. No entanto realça também que apesar de se encontrar num local de transição, a área envolvente do município encontra-se maioritariamente sob influências marítimas. Definiu assim o clima como do tipo “marítimo de transição”. Segundo a análise anterior, confirma-se um pequeno ascendente das influências marítimas.

Em suma, o município da Amadora enquadra-se nos climas temperado de características mediterrânicas, registando um ascendente de influências marítimas. Registou entre 1950 e 2010 uma temperatura média anual na ordem dos 16°C e uma precipitação média anual de cerca de 740 mm.

Para além disso, destaca-se a assimetria registada ao longo do ano, pois na figura 8 podem observar-se claramente três períodos distintos: um período quente e seco, outro de características mais amenas ou de transição e um período marcadamente mais frio e húmido. O período quente e seco tem uma duração aproximada de 4 meses (Junho a Setembro), caracterizando-se por temperaturas médias mensais na ordem dos 20°C a 22°C e por precipitações escassas, que em média não ultrapassam 32mm mensais. Em contraste com a situação anterior, surge um período de 4 meses (Novembro a Fevereiro), época em que registam os períodos mais frios e húmidos do ano (médias mensais abaixo de 14°C e acima de 90 mm).



**Figura 7 – Gráfico Temopluiométrico indicativo do contexto climático municipal. A Precipitação provém da série elaborada para São Julião do Tojal A Temperatura provém da série elaborada para a Amadora publicada no artigo (CMA&ULL, 2013). O período de dados é coincidente às duas variáveis e situa-se entre Setembro de 1950 e Agosto de 2010.**

Neste período sobressaem os meses de Dezembro e Janeiro. O mês de Janeiro é tipicamente o mês mais frio do ano, já o mais húmido tende a ser o mês de Dezembro. Entre os dois períodos anteriores surgem os meses de transição, nos quais se registam temperaturas amenas e períodos húmidos de considerável importância, nomeadamente em Março e Outubro (Figura 7). Do exposto, resulta que o clima no qual o município da Amadora se insere é claramente do tipo mediterrâneo, em que a estação das chuvas se estende pelo Outono, Inverno e pelo primeiro mês da primavera.

### 3. Precipitação

#### 3.1 Precipitação Anual

A análise da precipitação baseia-se na série construída para São Julião do Tojal para o período entre Setembro de 1950 e Agosto de 2010.

Relativamente à precipitação média anual, pode-se conferir, na figura 8, que o município da Amadora se localiza próximo da transição da região pluviométrica do Centro para a região pluviométrica do Sul do País, mas situando-se já nesta última, com uma precipitação média de 738mm/ano.

Dos 60 anos analisados (figura 9) apenas 22 ultrapassaram os 800mm/ano e, destes, 7 tiveram uma precipitação superior a 1000mm/ano. Outro dado interessante é o de que apenas 4 anos registaram uma precipitação anual inferior a 400mm.

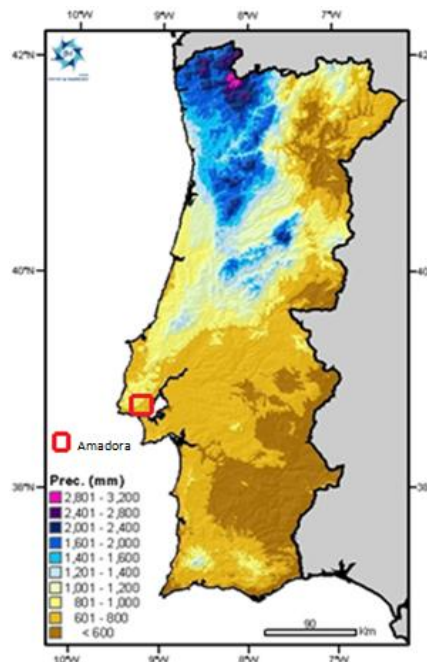


Figura 8 – Precipitação Média Anual de Portugal Continental relativa ao período 1961-90 (adaptado de IPMA. 2013).

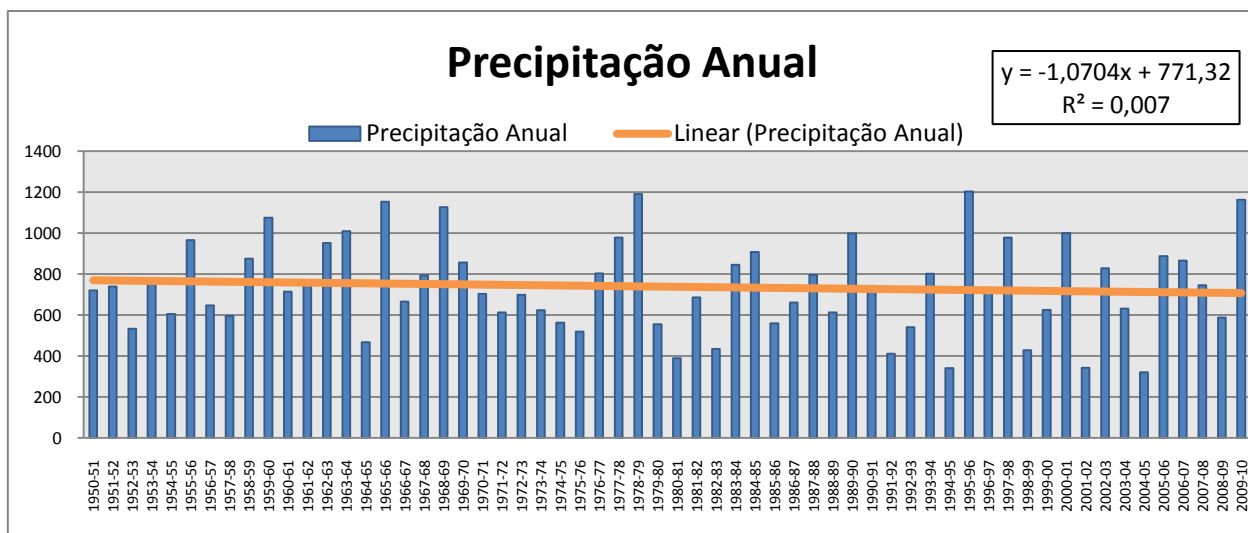


Figura 9 - Precipitação anual (mm) de S. Julião do Tojal para o período entre 1950 e 2010.



A figura 9 mostra que não existe uma tendência de aumento ou decréscimo dos valores da precipitação anual, no entanto, conseguem-se distinguir alguns períodos de características mais secas ou húmidas

A análise seguinte permite perceber o comportamento das normais climáticas e das décadas, seja em função variabilidade da quantidade precipitada por ano, seja pela identificação de alguns anos extremos. Para além disso, foi também possível detectar alguns períodos marcadamente secos e húmidos. O quadro 6 mostra que os primeiros 30 anos foram em média mais chuvosos do que os segundos, embora tenha sido nos últimos 30 anos que ocorreram os anos extremos de toda a série: ano mais seco (2004-05) e ano mais chuvoso (1995-96).

**Quadro 6 – Características da precipitação por Normais Climáticas.**

<b>Normal Climática</b>	<b>Média Anual</b>	<b>Valor Máximo Anual</b>	<b>Valor Mínimo Anual</b>
1950-51 – 1979-80	775,4mm	1190mm (1978-79)	466mm (1964-65)
1980-81 – 2009-10	701,8 mm	1203mm (1995-96)	321mm (2004-05)

A análise por décadas (quadro 7) acaba por confirmar a análise anterior, pois as décadas de 50, 60 e 70, registaram os valores médios de precipitação mais elevados (>700mm/ano), apenas acompanhados pela década mais recente. Em contraste com essa situação surgem as décadas de 80 e 90 que, em conjunto, definem o período mais seco da série.

**Quadro 7 – Características da precipitação por Décadas.**

<b>Década</b>	<b>Média Anual</b>	<b>Valor Máximo Anual</b>	<b>Valor Mínimo Anual</b>
Década 50	751,7	1075 mm (1959-60)	532 mm (1952-53)
Década 60	850	1153 mm (1965-66)	466 mm (1964-65)
Década 70	724,7	1190 mm (1978-79)	519 mm (1975-76)
Década 80	689,1	998 mm (1989-90)	388 mm (1980-81)
Década 90	679,4	1203 mm (1995-96)	341 mm (1994-95)
Década 00	737	1163 mm (2009-10)	321 mm (2004-05)

Aplicou-se, de seguida, o método dos percentis à série anual e às séries mensais (Quadro 8), tal como refere a OMM no seu Guia de Práticas Climatológicas (2011), em que:

- < P20 (percentil 20) estão os anos e meses Muito Secos (MS),
- entre P20 e P40 estão os anos e meses Secos (S),
- entre P40 e P60 s estão os anos e meses Normais (N),
- entre P60 e P80 estão os anos e meses Húmidos (H),
- > P80 estão os anos e meses Muito Húmidos (MH).

Através do método dos percentis identificam-se, de uma forma geral, padrões descritos anteriormente, em especial a fase húmida das décadas de 50 e 60 e diversas fases de características mais secas. A fase mais seca da série concentra-se maioritariamente após o início da década de 80, por exemplo, nos períodos entre 1979-80 a 1982-83 e 1991-92 a 1994-95. As fases húmidas ocorreram maioritariamente nos primeiros 30 anos da série, destacando-se, por exemplo, os períodos entre 1958-59 e 1963-64, 1965-66 a 1969-70.

**Quadro 8 – Classificação de Meses e Anos Muito Secos, Secos, Normais, Húmidos e Muito Húmidos para S. Julião do Toial.**

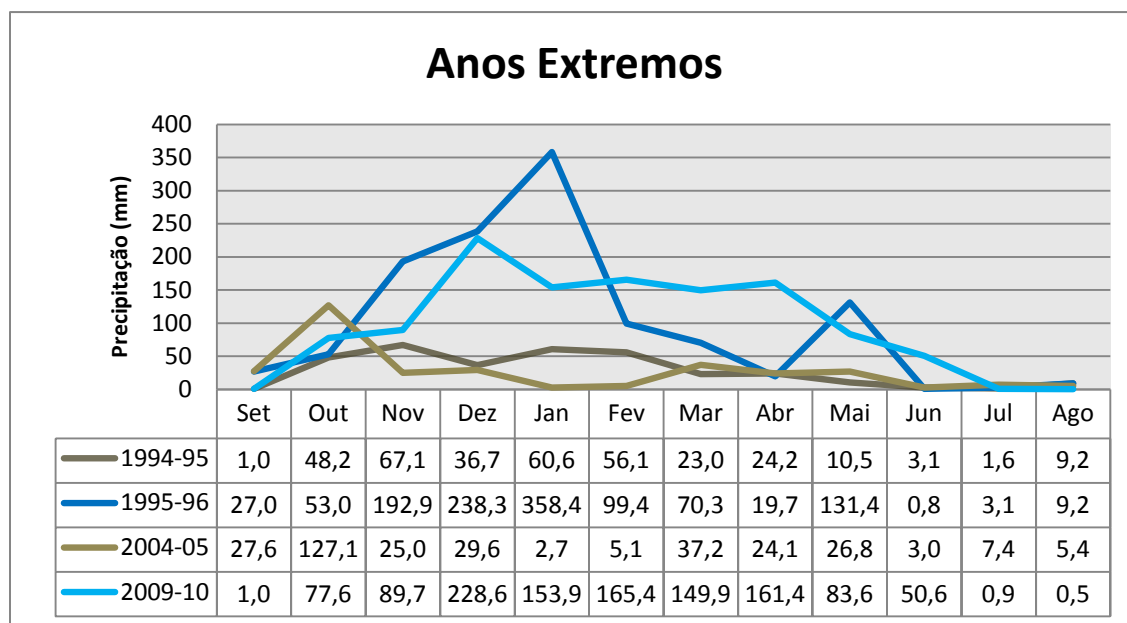
Ano	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Anual
1950-51	MS	S	MS	H	MH	H	H	MS	N	MH	N	MS	N
1951-52	MS	S	MH	S	N	MS	MH	H	H	MH	N	MS	N
1952-53	MH	S	S	N	S	N	N	H	MS	MS	N	N	MS
1953-54	N	H	S	MH	MS	MS	MH	H	MS	N	N	MS	N
1954-55	MS	MS	N	S	MH	MH	H	MS	S	N	MS	N	S
1955-56	H	S	MH	H	H	S	MH	H	N	N	N	MH	H
1956-57	MH	H	S	N	MS	N	H	S	N	H	S	N	S
1957-58	N	MS	H	N	H	S	H	S	S	N	S	MH	S
1958-59	MS	S	MS	MH	N	S	MH	N	MH	N	N	N	H
1959-60	MH	N	H	H	H	H	MH	H	MH	S	N	N	MH
1960-61	N	MH	H	N	MS	S	H	N	H	H	N	N	N
1961-62	N	S	MH	H	S	S	MH	MS	S	MS	N	N	N
1962-63	N	N	N	H	MH	MH	N	H	S	H	N	N	H
1963-64	S	N	MH	MH	S	H	MH	N	S	N	MH	MS	MH
1964-65	H	MS	MS	S	N	N	H	MS	MS	N	N	N	MS
1965-66	MH	MH	H	N	MH	MH	MS	MH	MS	S	N	S	MH
1966-67	H	H	S	MS	N	H	N	MH	N	S	N	N	N

1967-68	MS	N	MH	MS	MS	MH	H	H	H	S	S	MH	H
1968-69	N	MH	MH	H	MH	MH	MH	S	H	H	N	N	MH
1969-70	H	H	N	S	MH	MS	S	MS	MH	MH	N	S	H
1970-71	N	MS	N	S	H	S	N	MH	MH	MH	N	MH	N
1971-72	MS	MS	MS	S	MH	MH	H	MS	N	N	MH	N	S
1972-73	H	MH	MS	H	H	MS	MS	S	MH	N	S	N	N
1973-74	S	MS	N	H	H	N	S	N	S	MH	N	N	S
1974-75	N	MS	S	MS	S	H	MH	MS	N	S	N	N	S
1975-76	S	MS	S	S	S	N	S	MH	S	N	S	MH	MS
1976-77	MH	H	H	MH	N	H	S	MS	MS	H	N	S	H
1977-78	S	MH	N	MH	S	MH	H	H	MH	S	N	N	MH
1978-79	N	H	N	MH	MH	MH	H	H	S	H	N	N	MH
1979-80	MS	MH	MS	MS	S	N	N	MS	H	S	MS	MH	MS
1980-81	S	S	N	MS	MS	MS	N	MH	N	S	MH	N	MS
1981-82	H	N	MS	MH	N	N	MS	H	MS	S	MH	MH	N
1982-83	H	MS	H	MS	MS	S	MS	MH	H	S	MS	MS	MS
1983-84	S	S	MH	H	MS	MS	N	N	H	N	S	S	H
1984-85	MS	N	H	N	MH	H	S	MH	N	N	MS	N	H
1985-86	S	MS	MH	N	N	H	MS	S	S	S	N	S	S
1986-87	MH	S	N	N	H	MH	S	N	MS	MS	MS	MH	S
1987-88	MH	H	S	H	H	H	MS	N	H	MH	MH	N	H
1988-89	MS	N	H	MS	S	S	S	MH	MH	N	N	N	S
1989-90	S	H	MH	MH	N	MS	S	MH	N	N	S	N	MH
1990-91	S	MH	N	S	S	MH	MH	S	MS	MS	MS	S	N
1991-92	H	N	S	S	MS	S	MS	N	N	N	N	MS	MS
1992-93	H	N	MS	N	MS	S	N	H	MH	S	N	MS	MS
1993-94	MH	MH	H	MS	N	H	MS	MS	MH	N	MS	S	H
1994-95	MS	N	S	MS	S	S	S	S	MS	MS	S	N	MS
1995-96	N	N	MH	MH	MH	H	N	MS	MH	MS	S	N	MH
1996-97	H	S	S	MH	MH	MS	MS	S	H	MH	MH	MH	N
1997-98	S	MH	MH	H	S	N	S	N	H	MH	S	N	MH
1998-99	H	S	MS	N	N	MS	N	S	H	MS	MH	S	MS
1999-00	MH	MH	S	MS	MS	MS	MS	MH	N	MS	MH	S	S
2000-01	S	N	N	MH	MH	N	H	MS	S	H	MS	MS	MH
2001-02	H	MS	MS	MS	H	MS	H	S	MS	MS	MS	MS	MS
2002-03	MH	H	H	H	H	N	N	H	MS	S	S	MH	H
2003-04	MS	MH	H	N	N	S	S	S	S	MS	S	MH	S
2004-05	N	H	MS	MS	MS	MS	S	S	S	MS	MH	S	MS
2005-06	S	H	H	S	S	H	MH	N	MS	MH	MH	S	H
2006-07	MH	MH	MH	S	MS	N	MS	N	N	MH	N	S	H
2007-08	MH	MS	S	S	N	MH	N	MH	MH	MS	MS	MS	N
2008-09	N	S	MS	N	H	N	MS	N	H	MH	MS	MS	S
2009-10	MS	H	N	MH	H	MH	MH	MH	MH	MH	MS	MS	MH

### 3.2 Precipitação Mensal

Na figura 10 encontram-se representados os anos extremos da série de precipitação: 1994-95 e 2004-05 representam os dois anos mais secos (MS) do período de 60 anos; 1995-96 e 2009-10 representam os anos mais húmidos (MH) da série

(1995-96 representa o valor máximo anual, 2009-10 é o ano que mais recentemente ultrapassou os 1000mm).



**Figura 10 – Precipitação mensal de quatro anos extremos.**

Como se observa na figura 10 e no quadro 9, o ano de 1995-96 foi claramente excepcional (1203 mm), sendo que para esta situação foram determinantes as precipitações de Janeiro, que alcançou 358,4mm, ou seja, o valor obtido ultrapassa 3,5 vezes a média mensal.

Por outro lado, no ano mais seco da série (2004-05), apenas 2 meses obtiveram valores acima da média, tendo os meses de Novembro, Dezembro, Janeiro e Fevereiro, que por norma registam os valores mais elevados, obtido precipitações muito baixas: os dois primeiros cerca de 25% da média mensal, enquanto os dois segundos atingiram apenas 3 a 6% desse valor. O ano climatológico de 2004-05 foi identificado pelo IPMA, como um dos anos de maior intensidade de seca em Portugal (IPMA, 2013).

**Quadro 9 – Diferença entre os valores médios mensais e os valores extremos de precipitação.**

	<b>Média Mensal (1950-51-2009-10)</b>	<b>1994-95</b>	<b>DIF.</b>	<b>%</b>	<b>1995-96</b>	<b>DIF.</b>	<b>%</b>	<b>2004-05</b>	<b>DIF.</b>	<b>%</b>	<b>2009-10</b>	<b>DIF.</b>	<b>%</b>
Set	30,9	1	-29,9	-96,8	27	-3,9	-12,7	27,6	-3,3	-10,7	1	-29,9	-96,8
Out	79,4	48,2	-31,2	-39,3	53	-26,4	-33,2	127,1	47,7	60,1	77,6	-1,8	-2,2
Nov	108	67,1	-40,9	-37,8	192,9	84,9	78,7	25	-83	-76,8	89,7	-18,3	-16,9
Dez	111	36,7	-74,3	-66,9	238,3	127,3	114,7	29,6	-81,4	-73,3	228,6	117,6	106
Jan	102,6	60,6	-42	-40,9	358,4	255,8	249,3	2,7	-99,9	-97,4	153,9	51,3	50
Fev	92,8	56,1	-36,7	-39,6	99,4	6,6	7,1	5,1	-87,7	-94,5	165,4	72,6	78,2
Mar	76,1	23	-53,1	-69,8	70,3	-5,8	-7,7	37,2	-38,9	-51,1	149,9	73,8	96,9
Abr	59,9	24,2	-35,7	-59,6	19,7	-40,2	-67,1	24,1	-35,8	-59,8	161,4	101,5	169,4
Mai	44,6	10,5	-34,1	-76,5	131,4	86,8	194,6	26,8	-17,8	-39,9	83,6	39	87,5
Jun	18,9	3,1	-15,8	-83,6	0,8	-18	-95,6	3	-15,9	-84,1	50,6	31,7	168,2
Jul	5,4	1,6	-3,8	-70,2	3,1	-2,3	-43,1	7,4	2	37,8	0,9	-4,5	-83,2
Ago	9,1	9,2	0	0,5	9,2	0	0,5	5,4	-3,7	-40,8	0,5	-8,6	-94,5

No que respeita à análise mensal, ao longo dos 60 anos da série, foi possível perceber algumas tendências significativas. Sendo assim, pode verificar-se nos quadros 10 e 11 que os meses de Dezembro a Março, bem como Junho e Agosto apresentam uma tendência de diminuição da precipitação, enquanto os meses de Abril e Outubro apresentam uma tendência de aumento desses valores (Quadro 10).

Este facto mostra que o regime da precipitação parece evoluir no sentido do aumento da importância das precipitações das estações intermédias (Outono e Primavera) face à estação invernal. Esta tendência tem sido detectada por outros autores em algumas regiões do Sul do País (Martins, 2010; Vaz, 2008).

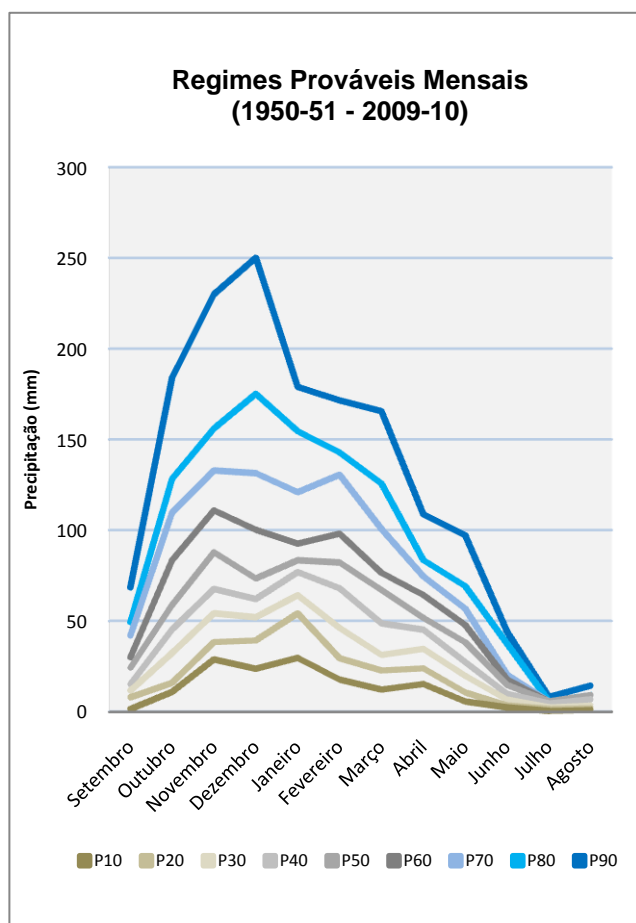
**Quadro 10 – Tendências evolutivas da precipitação mensal, entre 1950 e 2010.**

<b>Meses</b>	<b>Valor do coeficiente de determinação</b>
Janeiro	-0,95
Fevereiro	-0,87
Março	-0,73
Abril	0,79
Maio	0,13
Junho	-0,92
Julho	0,26
Agosto	-0,86
Setembro	0,59
Outubro	0,86
Novembro	0,05
Dezembro	-0,85

**Quadro 11 – Classificação da Precipitação Mensal por Normal Climática.**

1950/51-1979/80	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
MS	7	8	6	4	4	4	2	9	5	2	2	4
S	4	6	6	7	7	6	4	4	8	7	5	3
N	9	4	7	5	5	6	5	4	6	10	21	17
H	5	6	5	8	6	6	10	9	5	6	0	0
MH	5	6	6	6	8	8	9	4	6	5	2	6
1980/81- 2009/10	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
MS	5	4	6	8	8	8	10	3	7	10	10	8
S	8	6	6	5	5	6	8	8	4	6	7	9
N	3	8	5	7	7	6	7	8	6	6	5	8
H	7	6	7	4	6	6	2	3	7	1	0	0
MH	7	6	6	6	4	4	3	7	6	7	7	5

Os regimes prováveis mensais (Figura 11) permitem observar o comportamento da precipitação nos anos secos (percentis 10, 20 e 30), normais (percentis 40, 50 e 60) e chuvosos (percentis 70, 80 e 90). Nos anos extremamente secos (P10), os fracos quantitativos de precipitação ocorrem com valores mensais muito semelhantes, no entanto com um ligeiro acendente nos meses de Novembro, Dezembro e Janeiro. Nos restantes anos secos (P20 e P30) esses meses acentuam ainda mais a sua importância, demarcando-se claramente dos restantes. Nos anos normais (P40, P50 e P60), aos três meses anteriores junta-se Fevereiro, alargando a estação húmida. Nos



**Figura 11 – Regimes prováveis mensais da precipitação para S. Julião do Tojal (1950/51 – 2009/10).**

restantes anos normais (P50 e P60), Fevereiro e Novembro assumem a maior preponderância.

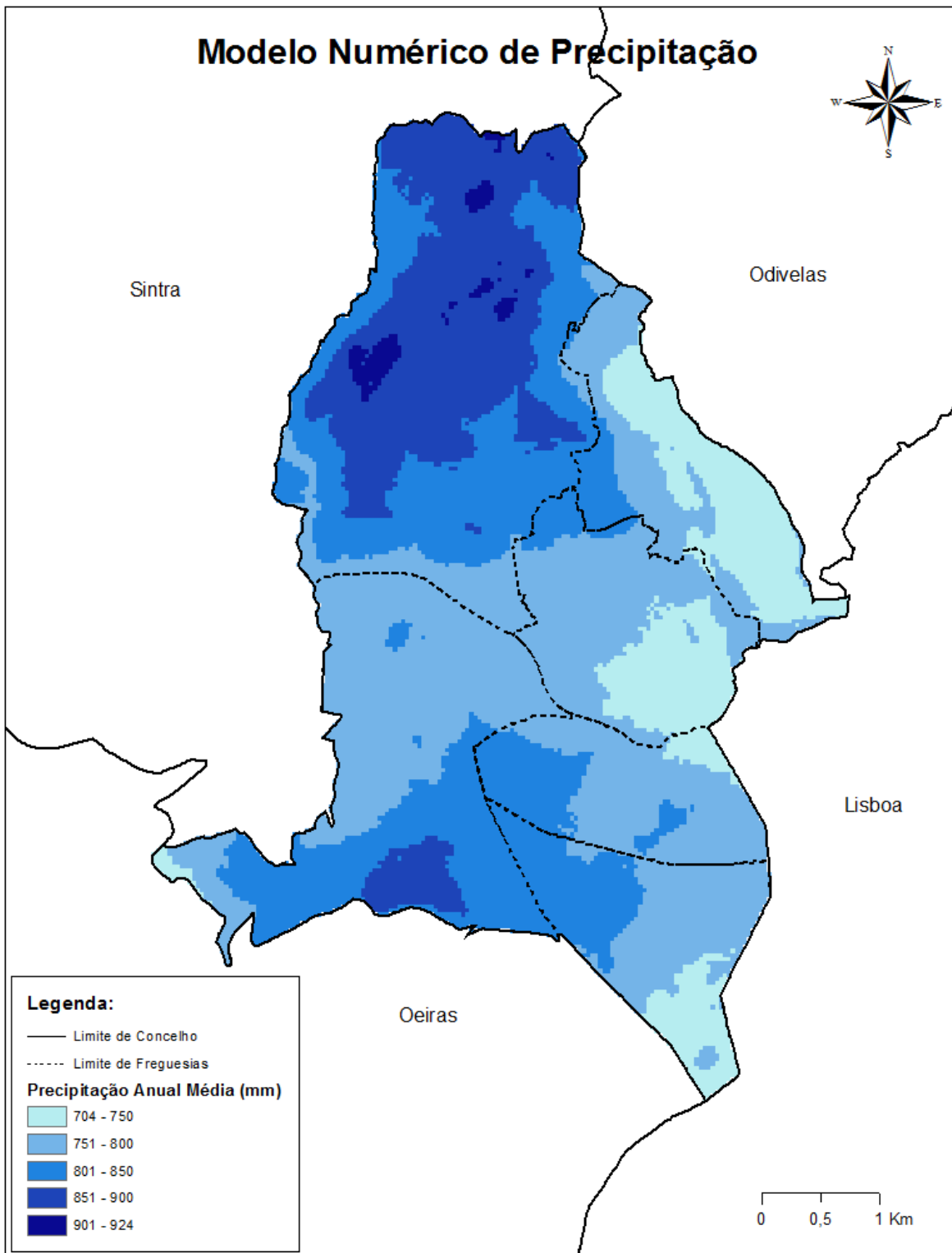
Nos anos chuvosos (P70, P80 e P90), o mês de Dezembro ganha importância face aos restantes, obtendo um papel decisivo nos anos húmidos extremos (P90). Julho e Agosto são sempre os meses mais secos, independentemente do cariz mais húmido ou seco do ano. Os restantes meses têm um carácter de transição.

### **3.3 Repartição Espacial da Precipitação**

Para se compreender a distribuição espacial da precipitação no concelho, elaborou-se um Modelo Numérico de Precipitação Anual (MNPA), à escala municipal (Figura 12). Este modelo resultou da relação entre a precipitação anual e a altitude das estações referenciadas na Figura 2. O *software ArcMap* 10.1 permitiu efectuar a espacialização da precipitação no concelho, em função da equação seguinte:

$$\text{MNPA} = 0,9479 \times \text{Altitude} + 665,71$$

A distribuição da precipitação pelo município mostra que os sectores mais chuvosos se situam nos extremos norte e sul do território municipal, onde se elevam, respectivamente, a Serra de Mira e a Serra de Carnaxide. O valor máximo é atingido na Serra de Mira (925mm/ano). Já os valores mínimos encontram-se dispersos pelas áreas mais baixas, ocupando, maioritariamente, as freguesias de Encosta do Sol, Falagueira-Venda Nova, Alfragide (sector Sueste) e Venteira (sector Norte). Segundo o modelo gerado, o valor mínimo de precipitação regista-se na freguesia de Encosta do Sol, mais propriamente no vale do Rio da Costa (705mm/ano).

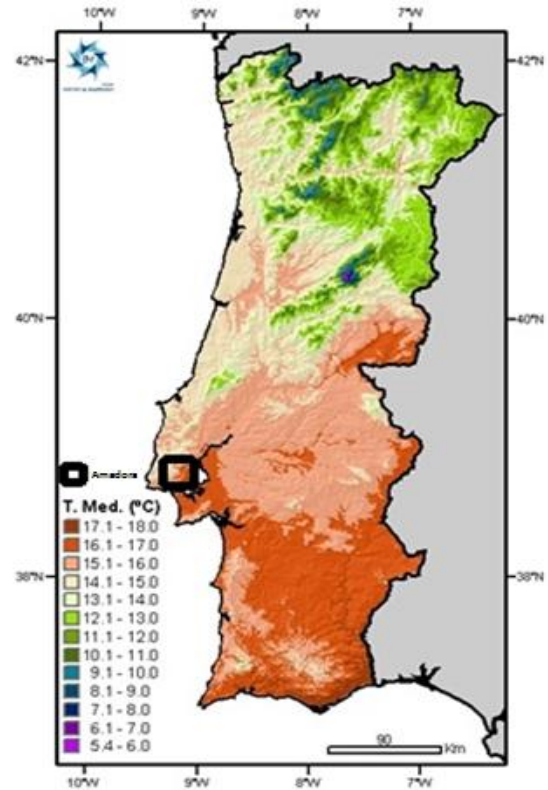


**Figura 12 – Modelo Numérico de Precipitação Anual do Município da Amadora.**



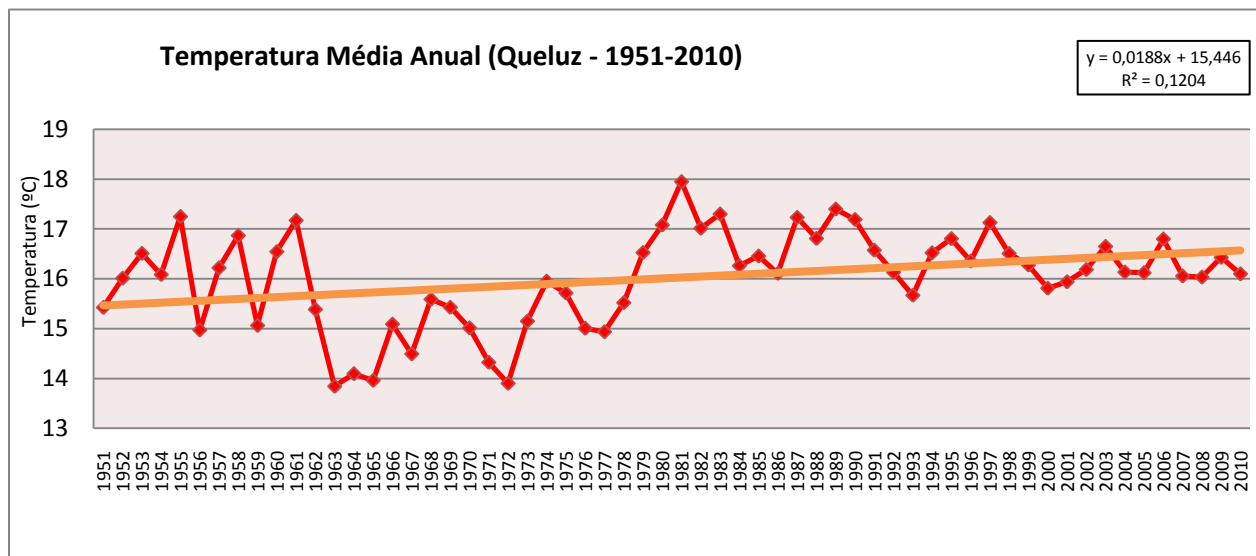
#### 4. Temperatura

Apesar do concelho da Amadora se encontrar próximo da transição entre duas regiões climáticas distintas, cujo limite é definido pela faixa montanhosa descontínua, constituída pelas serras de Sintra-Montejuento-Candeeiros-Estrela, possui uma temperatura média anual de 16°C, valor típico da região Centro-Sul do País (Figura 13). Este facto coincide com os desígnios da classificação de Köppen, pois também na variável temperatura o município apresenta características típicas do clima mediterrâneo. Aproximando-se ligeiramente do clima “Csa”



**Figura 13 – Temperatura Média Anual de Portugal Continental relativa ao período 1961-90 (adaptado de IPMA, 2013).**

A Figura 14 mostra a variação da temperatura média anual ocorrida entre 1950 e 2010, na série de 60 anos considerada para análise (CMA & ULHT, 2013). Embora não se detecte uma tendência de evolução da



**Figura 14 – Temperatura Média Anual da série construída para Queluz (CMA & ULHT, 2013), para o período entre 1950 e 2010.**

temperatura estatisticamente significativa, destaca-se o período entre 1963 e 1977, em que os valores da temperatura média anual (14,7 °C) se situam 1,3 °C abaixo do valor médio da série.

De uma forma geral, na série de Queluz, pode verificar-se que, dos 60 anos analisados, 10 anos obtiveram valores acima de 17 °C e apenas 8 obtiveram um valor médio inferior a 15°C.

Observando os dois períodos de 30 anos, aqui considerados (Quadro 12), constatamos que o período mais recente foi em média 1°C mais quente que o anterior. Esta situação também se reflecte nos anos extremos dos dois períodos, tendo sido registados os valores mais elevados no período mais recente. É de realçar a notória subida das temperaturas mínimas, que certamente influenciou bastante a diferença obtida na média anual da normal climática mais recente. Esta subida abrupta dos valores mínimos anuais pode indicar que a estação em causa (Queluz) pode estar sob influência de factores antrópicos, dado o grande crescimento desta localidade (dormitório de Lisboa) desde os anos 50.

Os desvios das médias mensais das normais, relativamente à média mensal da série, mostram que todos os meses da normal 1981-2010 obtiveram valores médios superiores à média mensal da série. Isto indica-nos que existiu realmente um aumento da temperatura média anual, pois o comportamento dos meses é homogéneo e perfeitamente elucidativo da tendência de aumento da temperatura detectada ao longo dos 60 anos. Destacam-se os meses de Março, Novembro e Dezembro, que registam um aumento da temperatura mensal superior a 0,5°C (Quadro 13).

**Quadro 12 – Características da temperatura por normal climática (Queluz).**

<b>Normal Climática</b>	<b>Média Anual</b>	<b>Valor Máximo Anual</b>	<b>Valor Mínimo Anual</b>
1951 – 1980	15,5	17,3 (1955)	13,8 (1963)
1981 – 2010	16,5	17,9 (1981)	15,7 (1993)

**Quadro 13 – Flutuação da temperatura média mensal (°C ) das normais climáticas em função da média global da série (Queluz).**

	<b>Média Mensal (1951-2010)</b>	<b>1951 - 1980</b>	<b>Diferença</b>	<b>1981 - 2010</b>	<b>Diferença</b>
Jan	10	9,6	-0,4	10,4	0,3
Fev	10,9	10,3	-0,6	11,4	0,5
Mar	12,9	12	-0,9	13,8	0,8
Abr	14,4	13,9	-0,5	14,9	0,3
Mai	17	16,7	-0,3	17,3	0,4
Jun	19,9	19,4	-0,5	20,4	0,3
Jul	22,1	21,8	-0,3	22,4	0,2
Ago	22,4	22	-0,4	22,8	0,2
Set	21	20,7	-0,3	21,3	0,2
Out	17,4	17	-0,4	17,9	0,3
Nov	13,4	12,6	-0,8	14,2	0,7
Dez	10,8	10	-0,8	11,6	0,9

Analisando as tendências evolutivas mensais (Quadro 14), conferimos que, em Queluz, todos os meses apresentam uma tendência de subida da temperatura média, sendo essa subida estatisticamente significativa em 10 deles ( $r^2 > 0,70$ ).

**Quadro 14 – Tendências evolutivas da temperatura mensal, entre 1950 e 2010.**

<b>Meses</b>	<b>Valor do coeficiente de determinação</b>
Janeiro	0,75
Fevereiro	0,97
Março	0,98
Abril	0,93
Mai	0,84
Junho	0,94
Julho	0,59
Agosto	0,85
Setembro	0,65
Outubro	0,95
Novembro	0,98
Dezembro	0,92

## 5. Outros Elementos Climáticos

### 5.1 Vento

Como ilustra a Figura 15, o Rumo do vento na AML, onde se enquadra o município da Amadora, tem uma predominância clara de Norte e Noroeste. Esta preponderância já tinha sido detectada, aquando da análise comparativa dos registos da estação do SMPCA com várias estações da AML (quadro 5). No Verão, os ventos de N e NW chegam a representar 58% do total (48% de N e 10% de NW).

A velocidade é também, por norma, mais elevada do vento proveniente do quadrante Norte, bem como do quadrante Oeste, porém, como se pode ver pelas estações próximas do concelho, essa situação é variável. Por outro lado, os valores máximos de velocidade são atingidos no período de Inverno (Figura 16).

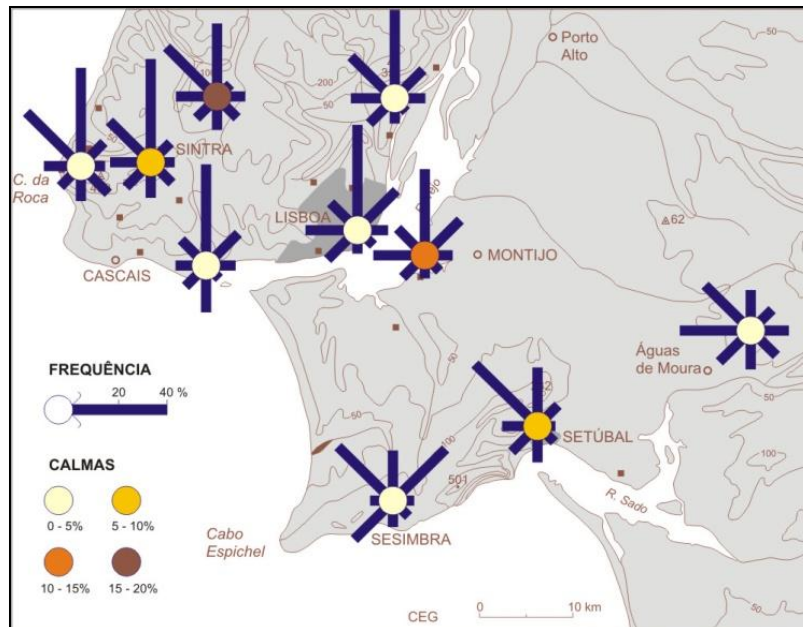
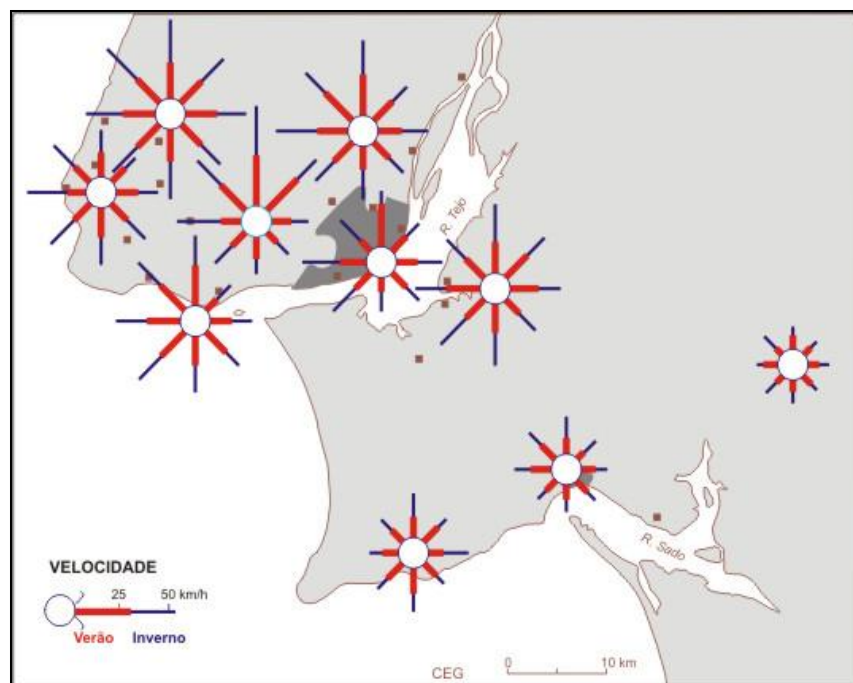


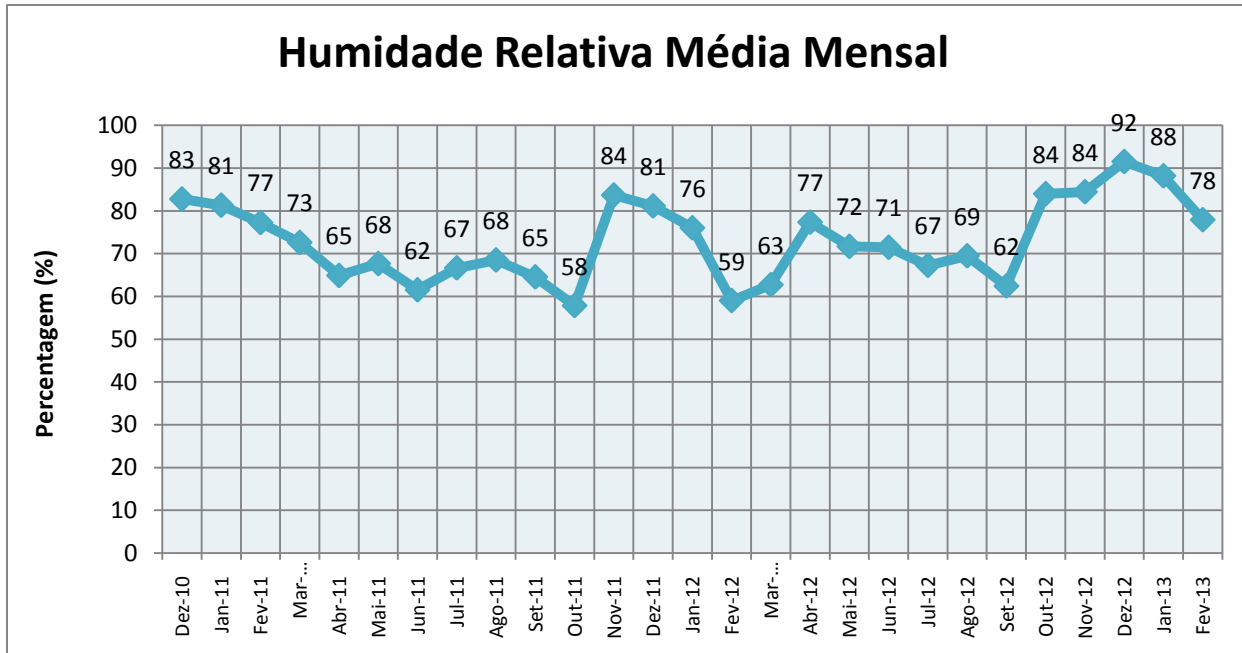
Figura 15 – Rumo do Vento na Região de Lisboa (Fonte: Alcoforado & Dias, 2002).



**Figura 16 – Velocidade do Vento por Rumo e Estação do ano na Região de Lisboa (Fonte: Alcoforado & Dias, 2002).**

## 5.2 Humidade Relativa

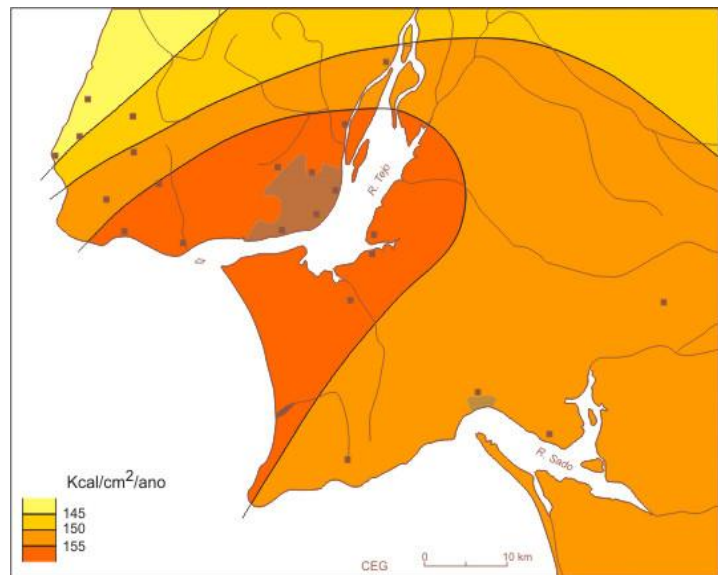
Na Figura 17 encontram-se representados os valores mensais da humidade relativa registados na estação do SMPCA, entre Dezembro de 2010 e Fevereiro de 2013. A humidade relativa média mensal é elevada, pois situa-se em 73%, tendo variado entre 58 % (Outubro de 2011) e 92 % (Dezembro de 2012). Por outro lado, a média dos valores mínimos atinge 22%, enquanto a média dos valores máximos atinge 98%. Por norma, os valores mais elevados da humidade do ar ocorrem nos meses mais frios e chuvosos do ano, enquanto os valores mais baixos se situam no semestre mais quente.



**Figura 17 – Variação Mensal da Humidade Relativa na estação meteorológica do SMPCA.**

### 5.3. Radiação Solar Global e Insolação

Observando a Figura 18, podemos verificar a quantidade de radiação global (directa e difusa) que é sentida em média, anualmente na região de Lisboa. O município da Amadora recebe, aproximadamente, cerca de 155 Kcal/cm<sup>2</sup> por ano, valor muito próximo dos mais elevados a nível nacional (ex: Sotavento Algarvio 165 Kcal/cm<sup>2</sup>/ano; Alcoforado e Dias, 2002).



**Figura 18 – Radiação Solar Global directa e difusa na região de Lisboa (1939-70). Fonte: Alcoforado & Dias, 2002)**

O número médio de horas de insolação directa na Amadora varia entre 2500 e 2700h anuais (Figura 19). Tal como na radiação solar global, a insolação média anual do município não se encontra muito distante dos valores máximos nacionais, pois o valor máximo ronda as 3000 horas anuais (Algarve e Vale do Guadiana; Peixoto in Alcoforado & Dias, 2002).

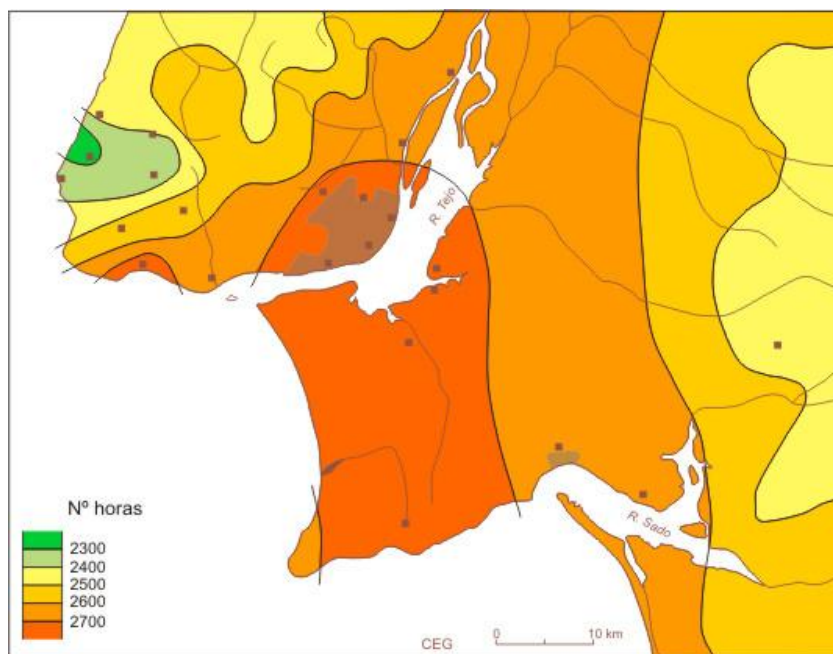
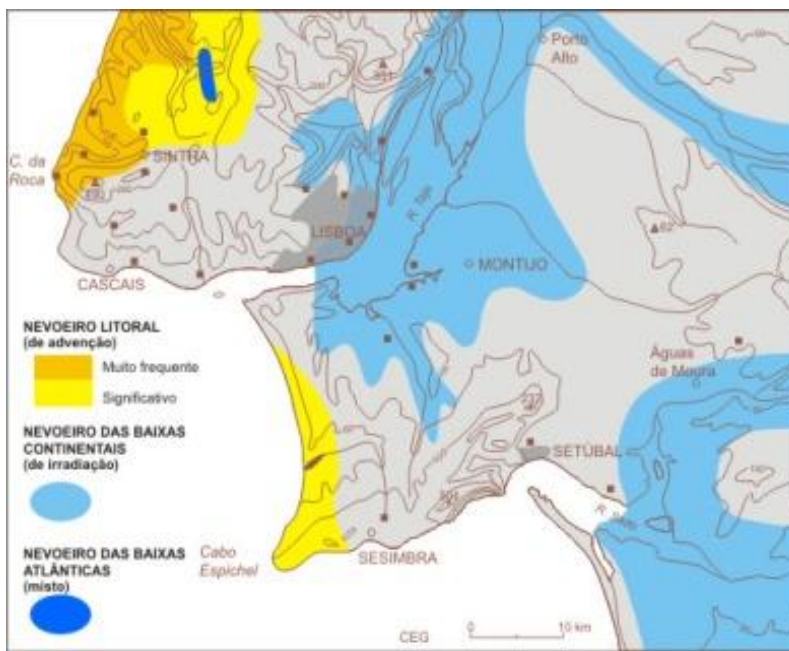


Figura 19 – Número de horas anuais de insolação directa. (Fonte: Alcoforado & Dias, 2002).

#### 5.4. Nevoeiro

Atendendo à sua posição geográfica, não é muito usual que o nevoeiro atinja frequentemente o concelho da Amadora (Figura 20), isto porque está afastado do litoral e do vale do Tejo, onde este fenómeno é mais frequente. Porém poderá ter pontualmente alguns fenómenos localizados, maioritariamente associados a nevoeiros de irradiação, que podem afectar os fundos de vale.

Estes nevoeiros ocorrem em noites de forte arrefecimento radiativo (normalmente no período frio), conjugado com a presença de elevados níveis de humidade do ar, uma brisa ligeira e ainda com a temperatura do ar a atingir o ponto de orvalho (Alcoforado & Dias, 2002).



**Figura 20 – Repartição espacial dos vários tipos de nevoeiro na região de Lisboa (Fonte: Alcoforado & Dias, 2002).**



## **CAPÍTULO II - COMPONENTES HIDROGEOMORFOLÓGICAS DO CONCELHO**

### **1. Substrato Geológico**

#### **1.1. Metodologia**

Para a obtenção da carta geológica (Figura 24), foi cedida pela DIG e pelo SMPCA toda a informação necessária relativa às unidades geológicas, às falhas e à litologia do concelho. A informação base encontra-se à escala 1/25.000, e é referente às folhas da carta militar nº 416, 417, 430 e 431.

Estes dados cartográficos foram alvo de uma pequena edição, nomeadamente na exclusão dos dois planos de água que estavam assinalados na informação base, dentro dos limites do município. Os dois planos de água referidos foram excluídos após a confirmação em Ortofotomapas (2009) do seu desaparecimento, o qual se deve a obras de engenharia. Um dos planos de água foi extinto na sequência de obras associadas à extensão da rede do metropolitano de Lisboa (freguesia da Falagueira-Venda Nova). Já o outro, que se localizava na freguesia de Mina de Água, foi intervencionado na sequência de modificações efectuadas na rede rodoviária, mais precisamente na ligação entre o IC 16 (Radial da Pontinha) e o IC 18 (CREL-A9).

Na Carta Geológica elaborada optou-se por agregar algumas formações, como as referentes ao Complexo Vulcânico de Lisboa, à Formação de Benfica e todas as formações vulcânicas que não possuem uma datação definida (Quadro 15), de acordo com a informação bibliográfica disponível, em especial as notícias explicativas das cartas geológicas que abrangem o concelho da Amadora. Também se procedeu igualmente à agregação da informação litológica, em conjuntos litológicos (Quadro 16), tendo como duplo objectivo reduzir a complexidade da informação, permitindo assim uma melhor compreensão da Carta Litológica do Município, e definir a permeabilidade da zona vadosa, a qual será integrada no modelo de susceptibilidade às inundações (Capítulo III). Esta agregação seguiu, de um modo geral, a metodologia utilizada em “Reserva Ecológica Nacional da Área Metropolitana de Lisboa, Quadro de Referencia Regional” (Ramos et. al., 2010). Assim, unificaram-se as formações do Complexo

Vulcânico de Lisboa e todas as massas ou filões de origem magmática, atribuindo-lhe a denominação de Formações Vulcânicas; agruparam-se as várias formações de Benfica, que passaram a corresponder às formações detríticas do Paleogénico; juntaram-se todas as formações correspondentes a complexos carbonatados e detríticos do período Cretácico (Quadro 16).

Quadro 15 – Síntese da Informação Geológica do Município da Amadora.

Era	Período	Época	Idade	Unidades Litológicas	Código	Área (%)
Cenozóico	Quaternário	Holocénico	-	Aluviões	aluv	16,29
Cenozóico	Quaternário	Plistocénico	-	Depósitos de terraços marinhos	Qm	0,34
Cenozóico	Paleogénico	Eocénico a Oligocénico	-	Formação de Benfica: intercalações calcárias (Calcários de Alfovelos)	(phi)Bf_a	0,47
Cenozóico	Paleogénico	Eocénico a Oligocénico	-	Formação de Benfica: conglomerados, arenitos e argilitos	(phi)Bf	7,88
Mesozóico	Cretácico	Cretácico Superior	-	Complexo Vulcânico de Lisboa	(beta)1	46,92
Mesozóico	Cretácico	Cretácico Superior	-	Complexo Vulcânico de Lisboa: rochas piroclásticas	(beta)1p	4,09
Mesozóico	Cretácico	Cretácico Superior	<i>Cenomanian o superior</i>	Formação de Bica: calcários com rudistas (inclui o nível com <i>Neolobites vibrayeanus</i> )	C2Bi	5,63
Mesozóico	Cretácico	Cretácico	<i>Albiano superior a Cenomanian o médio</i>	Formação de Caneças: calcários e arenitos	C2Cn	12,33
Mesozóico	Cretácico	Cretácico	<i>Aptiano superior a Albiano inferior</i>	Formação de Rodízio: pelitos, arenitos e conglomerados	C1Ro	0,95
Mesozóico	Cretácico	Cretácico Inferior	<i>Barremiano superior a Aptiano superior</i>	Formação de Cresmina: calcários e margas	C1Cr	0,3
Mesozóico	Cretácico	Cretácico Inferior	<i>Barremiano superior</i>	Formação de Regatão: arenitos, pelitos e dolomitos	C1Re	0,88
Mesozóico	Cretácico	Cretácico Inferior	<i>Hauteriviano a Barremiano inferior</i>	Formações de Cabo Raso e de Guincho indiferenciadas: calcários recifais e calcários com Choffatelas e Dasicladáceas	C1CG	2,32
Mesozóico	Cretácico	Cretácico Inferior	<i>Hauteriviano inferior</i>	Formação de Maceira: margas e calcários	C1Ma	0,22
Mesozóico	Cretácico	Cretácico Inferior	<i>Berriasiano</i>	Formações de Serradão e de Guia	C1SG	0,44

			<i>superior - Hauteriviano basal</i>	indiferenciadas: calcários, margas e arenitos		
-	-	-	-		(gama-delta)	0,06
-	-	-	-	Rochas vulcânicas indiferenciadas	vulcindif	0,43
-	-	-	-	Filões e massas de traquibasalto	traquibasalt	0,18
-	-	-	-	Filões de rocha alterada ou não identificada	ra_ni	0,15
-	-	-	-	Filões e massas de teralito	teralit	0,13

**Quadro 16 – Conjuntos Litológicos e Respectiva Permeabilidade**

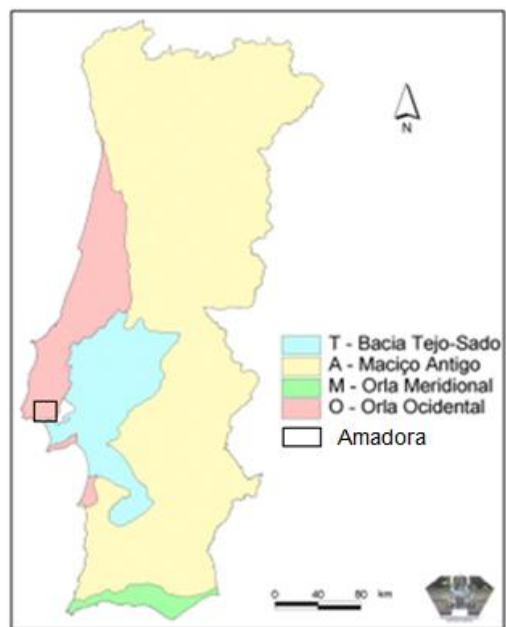
<b>Unidades Litológicas</b>	<b>Conjuntos Litológicos</b>	<b>Área (%)</b>	<b>Permeabilidade da Zona Vadosa (1-10)</b>
Aluviões	Aluviões (Holocénico)	16,29	7 (Muito Elevada)
Depósitos de terraços marinhos	Dep. Cascalhentos de T. Marinhos do Plistocénico	0,34	6 (Elevada)
Formação de Benfica: conglomerados, arenitos e argilitos	Formações Detríticas e carbonatadas do Paleogénico	8,35	3 (Reduzida)
Formação de Benfica: intercalações calcárias (Calcários de Alfoanelos)			
Formação de Bica: calcários com rudistas (inclui o nível com <i>Neolobites vibrayeanus</i> )	Formações Carbonatadas do Cretácico Superior	5,63	6 (Elevada)
Formação de Caneças: calcários e arenitos	Form. Carbonatadas e Detríticas do Cret. Inf/Sup	17,43	5 (Variável)
Formação de Rodízio: pelitos, arenitos e conglomerados			
Formação de Cresmina: calcários e margas			
Formação de Regatão: arenitos, pelitos e dolomitos			
Formações de Cabo Raso e de Guincho indiferenciadas: calcários recifais e calcários com Choffatelas e Dasicladáceas			
Formação de Maceira: margas e calcários			
Formações de Serradão e de Guia indiferenciadas: calcários, margas e arenitos			

Complexo Vulcânico de Lisboa	Formações Vulcânicas	51,96	2 (Muito Reduzida)
Complexo Vulcânico de Lisboa: rochas piroclásticas			
Rochas vulcânicas indiferenciadas			
Filões e massas de Traquibasalto			
Filões de rocha alterada e ou não identificada			
Filões e massas de Teralito			

## 1.2 Enquadramento e Estrutura Geológica

Portugal Continental encontra-se dividido em 3 unidades morfoestruturais: o Maciço Antigo, as Bacias Sedimentares do Tejo e do Sado e as Orlas Mesocenozóicas Ocidental e Meridional, situando-se o município da Amadora na Orla Mesocenozóica Ocidental (Figura 21).

As rochas que integram esta unidade morfoestrutural iniciaram a sua formação no Mesozóico, ao longo de um *graben* NNE-SSW, formado no seguimento dos esforços tectónicos distensivos aquando da abertura do Atlântico Norte (Neves, 2004). A sua composição litológica inicial é o resultado da acumulação de sedimentos provenientes do Maciço Antigo e de uma superfície continental que se localizava a Oeste (Neves, 2004).



**Figura 21 – Localização do município nas unidades morfoestruturais de Portugal Continental (Adaptado: SNIRH, 2013).**

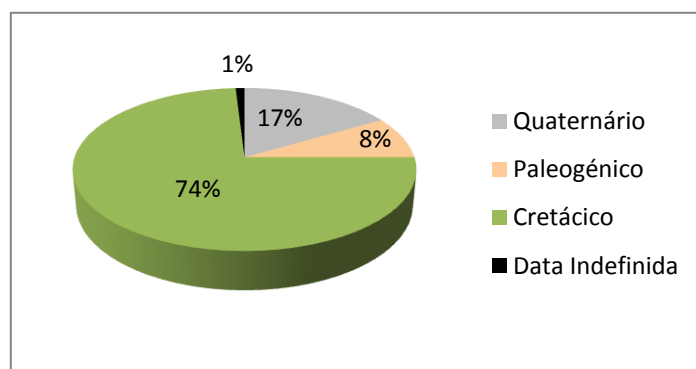
As vicissitudes que caracterizaram a abertura do Oceano Atlântico na margem continental portuguesa, bem como a movimentação relativa das placas euroasiática e africana, ficaram testemunhadas na sedimentação ora de origem continental ora de origem marinha, pelo que as formações sedimentares da Orla Ocidental são compostas essencialmente por arenitos, margas e calcários (Neves, 2004).

No que respeita directamente ao substrato geológico do concelho, este é constituído predominantemente por formações datadas do período Cretácico (140 a 99 milhões de anos), que ocupam cerca de 74% da área no município (Figura 22), mas em que se destacam as de origem vulcânica (51%), seguidas das de origem sedimentar (23%).

As formações sedimentares cretácicas depositaram-se em diversos ambientes, (marinho, fluvio-lacustre e continental propriamente dito), uma vez que o período Cretácico se caracterizou por um recuo acentuado das águas do mar (intercalado com episódios transgressivos), associado à elevação da superfície continental, provocada pela convergência da placa africana e da microplaca ibérica. Essa elevação potenciou a erosão e levou ao aumento da importância da componente detrítica nas formações deste período (fase em que predominou a formação de arenitos e conglomerados). Por outro lado, durante os episódios transgressivos intensificou-se a deposição de sedimentos marinhos, sendo daí resultantes grande parte das rochas calcárias, margosas e dolomíticas.

As formações vulcânicas cretácicas estão associadas à rotação direita da microplaca ibérica induzida pela reaproximação da placa africana. Estes movimentos tectónicos favoreceram a ocorrência de processos distensivos e compressivos da crosta terrestre (Oliveira L, 2009), que proporcionaram o aparecimento de magma à superfície em especial durante as fases distensivas. O Complexo Vulcânico de Lisboa (CVL), entre outros, resulta desses processos (Ramalho et. al, 1993).

As unidades litológicas sem datação definida resumem-se a filões e massas de origem vulcânica, que cortam os materiais cretácicos, e correspondem aproximadamente a 1% do total da área do concelho.



**Figura 22 – Área ocupada pelos diferentes períodos geológicos no município da Amadora.**

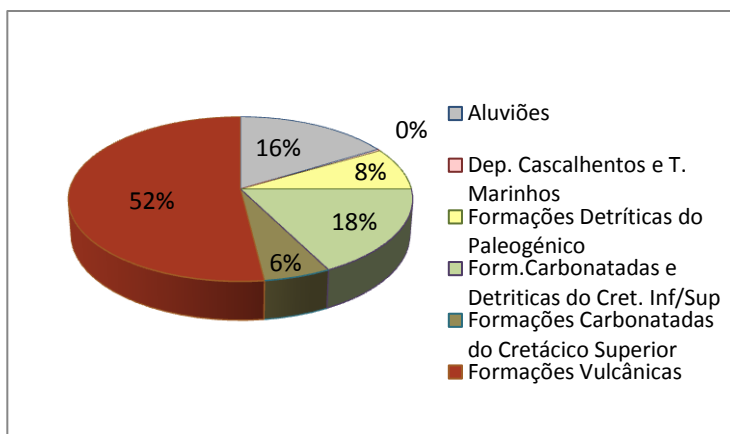
As formações pertencentes à Era Cenozóica afloram em 25 % do território concelhio e datam do Paleogénico e Quaternário (Figura 22). Do Paleogénico subsiste apenas a Formação de Benfica (8 % da área total) que se formou em ambiente continental, correlativa de uma importante fase erosiva que afectou o território, e se depositou sobre descontinuidades do CVL, do qual retoma materiais (Pais et. al, 2006).

Dos períodos Miocénico e Pliocénico seguintes não há qualquer vestígio no território concelhio, pelo que as formações do Quaternário, que representam 17% da área do município, assentam em discordância sobre os terrenos cretácicos e paleogénicos. Estas formações correspondem a pequenas parcelas de depósitos de terraços marinhos, e essencialmente a depósitos fluviais aluvionares. Os primeiros, datados do Plistocénico, são testemunhos do efeito conjugado de movimentos (neo)tectónicos e da flutuação do nível da água provocada pelos ciclos glaciários e interglaciários que ocorreram neste período. Já as aluviões holocénicas, transportadas e depositadas pelos cursos de água durante as cheias, preenchem os principais fundos de vale do concelho. Tendo como fonte de alimentação as diversas formações sedimentares (detríticas e carbonatadas) e vulcânicas que compõem o substrato concelhio, possuem uma textura bastante variada.

Todas estas formações geológicas têm uma disposição particular no território concelhio. Assim, as formações sedimentares cretácicas localizam-se no sector Norte e NW do concelho e apresentam uma disposição monoclinal Norte-Sul. As formações mais antigas (Formação de Serradão e Guia indiferenciadas), datadas do Cretácico Inferior, situam-se no extremo norte do território, enquanto as mais recentes (Formação da Bica), datadas do Cretácico Superior, se situam no centro-norte (Figura 24). As formações vulcânicas cretácicas dispõem-se ao longo de todo o território, com particular incidência no centro e no sul do município (Figura 24). As formações sedimentares paleogénicas afloram no sector oriental, enquanto as quaternárias, nomeadamente as aluviões holocénicas, se distribuem um pouco por todo o concelho, estando os pequenos retalhos de depósitos plistocénicos conservados no sector sul (Figura 24).

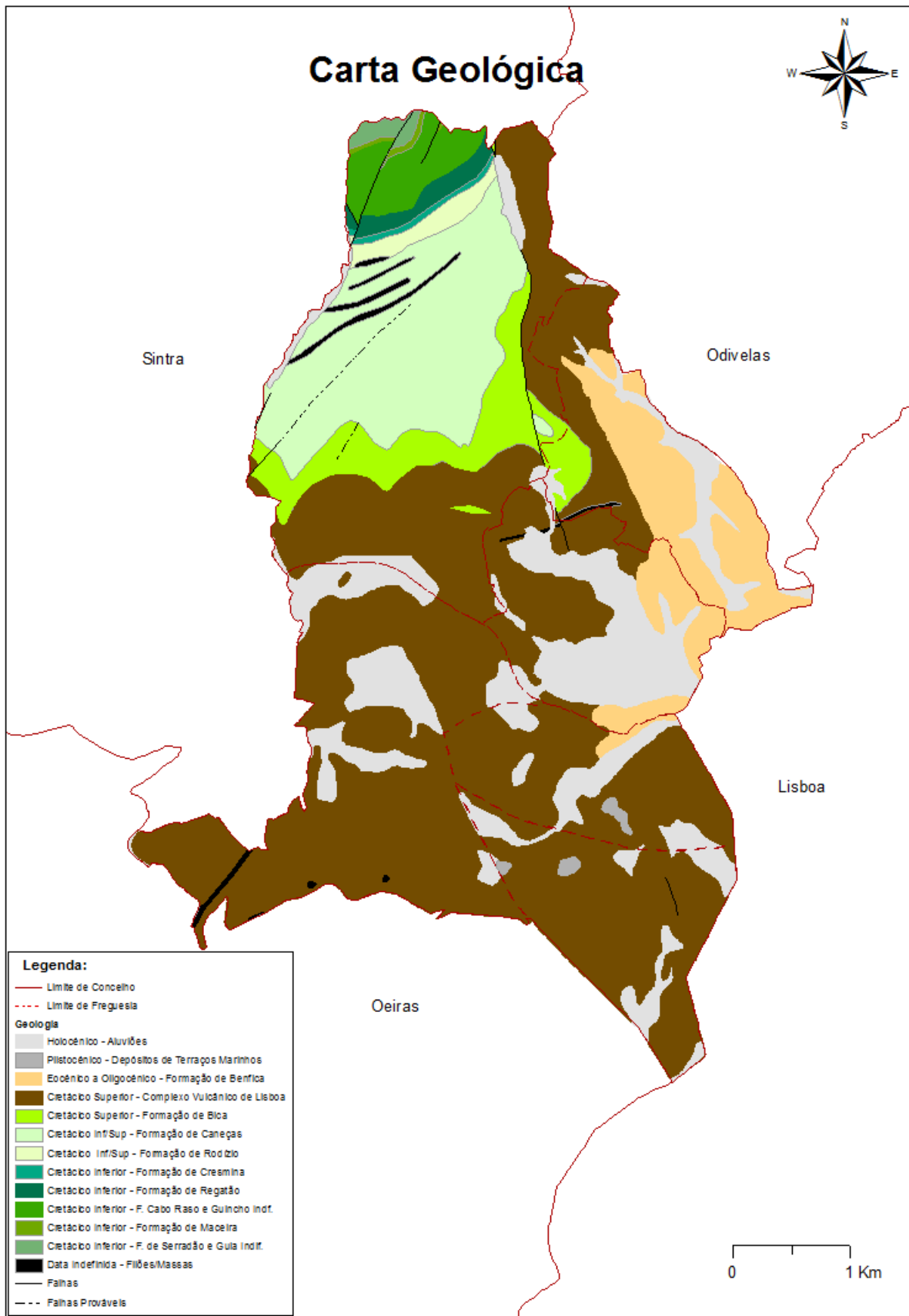
Em resumo, e do ponto de vista litológico (Figuras 23 e 25), dominam as formações vulcânicas, que representam 52% do total da área do município, sendo o Complexo Vulcânico de Lisboa, responsável por 51% e os restantes 1% correspondentes a filões e massas intrusivas. Estas formações são essencialmente compostas por basaltos, traquibasaltos e piroclastos, maioritariamente pertencentes ao CVL.



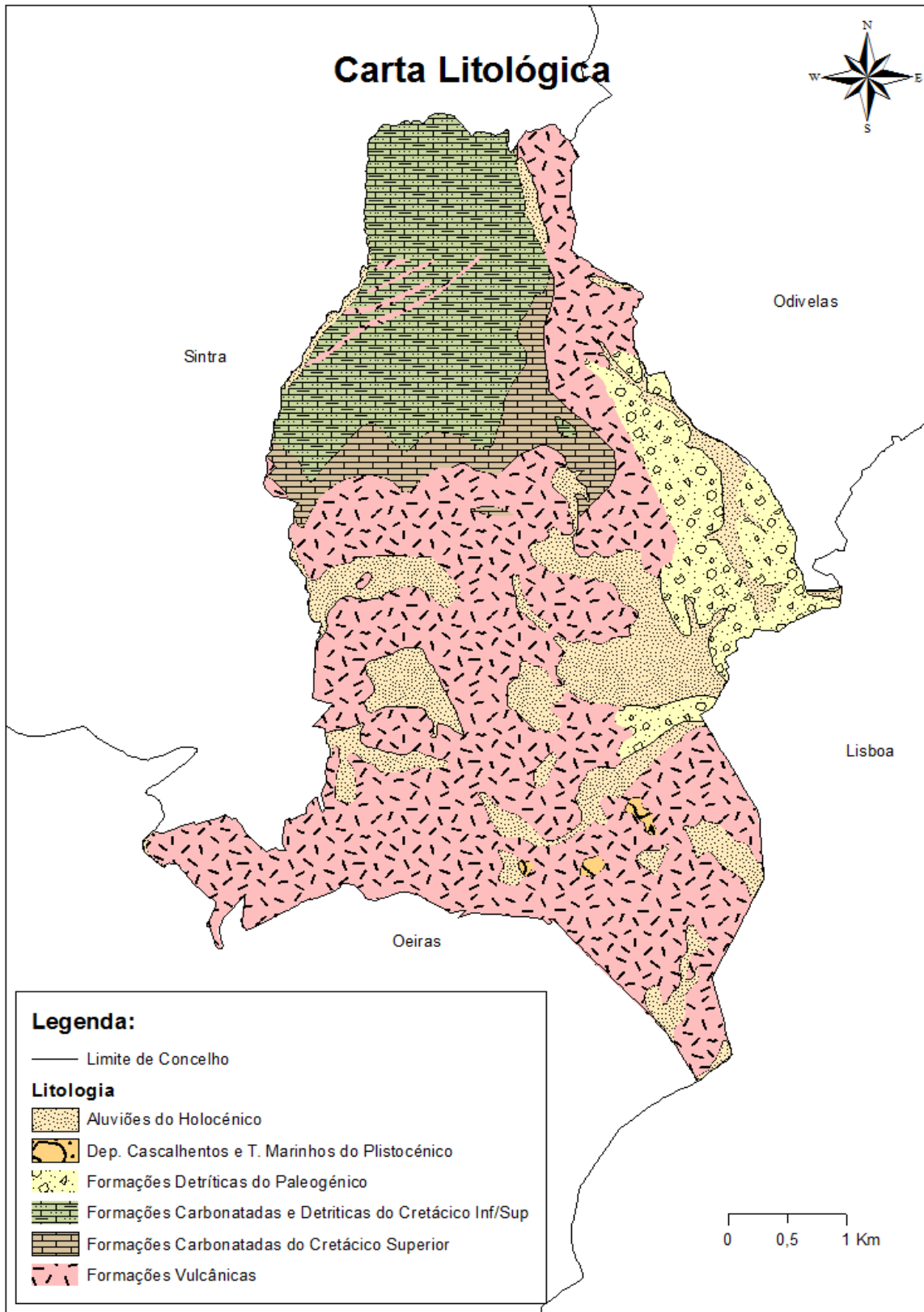


**Figura 23 – Área ocupada pelos diferentes conjuntos litológicos no município da Amadora.**

As formações sedimentares representam 48% da área do município, destacando-se as detríticas com 26%, seguindo-se os complexos detríticos e carbonatados com 13% e as formações carbonatadas com 9%. Estas formações apresentam um elevado leque de rochas na sua constituição, no entanto destacam-se claramente as rochas calcárias, seguidas das margas e arenitos.



**Figura 24 – Carta Geológica do Município da Amadora.**



**Figura 25 – Carta Litológica do Município da Amadora.**

## **1.3. Caracterização das Formações Geológicas**

### 1.3.1 Formações Sedimentares

#### **Aluviões (a)**

As aluviões surgem ao longo dos fundos de vale dos principais dos cursos de água, atingindo maior dimensão nos fundos de vale mais amplos, como é o caso das aluviões pertencentes à ribeira de Alcântara e das que se depositaram na confluência da ribeira de Carenque com o rio Jamor. Cobrem 16% da área do município e encontram-se dispersas por todas as freguesias.

No geral, a sua composição é originária de substratos vulcânicos (essencialmente basálticos) e sedimentares, sendo os últimos maioritariamente compostos por calcários, margas e arenitos. Atendendo à diversidade das suas fontes de alimentação, bem como à posição que ocupam nos setores montante das bacias hidrográficas que drenam o concelho, as aluviões possuem diferentes texturas que variam das areias aos cascalhos.

#### **Depósitos de Terraços Marinheiros (Qm)**

Na Amadora resistem três pequenas parcelas, duas na freguesia de Alfragide e uma na freguesia de Águas Livres. Ao todo representam cerca de 81 312m<sup>2</sup> (0,34% da área total do município). De uma forma geral, os depósitos de terraços marinhos são normalmente provenientes de areias e cascalheiras de praias antigas (Dias et. al, 2009).

#### **Formação de Benfica (FBf, FBfa)**

A Formação de Benfica encontra-se junto ao limite Este, cobrindo 8% do substrato geológico do município e compõe parcialmente o substrato das freguesias da Encosta do Sol, Falagueira-Venda Nova e Águas Livres. Esta formação data do Paleogénico (Eocénico a Oligocénico), calculando-se que a sua formação tenha ocorrido aproximadamente entre os 56 Ma e 23Ma atrás.

Segundo Reis (2000, in Pais et al, 2006), que analisou a formação como um todo, esta possui essencialmente 4 associações de materiais: (i) a base é composta principalmente por conglomerados e arenitos siliciclásticos, e elementos de quartzo, quartzito, lidito, xistos e clastos feldspáticos; (ii) seguem-se conglomerados e arenitos siliciclásticos, com cimento carbonatado associados com calcários micríticos brancos nodulosos e pulverulentos (calcários de Alforneiros); (iii) arenitos e lutitos com concreções carbonatadas; (iv) conglomerados e arenitos grosseiros, com materiais calcários, areníticos, basálticos, margosos e rochas filonianas.

### **Formação da Bica (C2Bi)**

Esta formação, que abrange 5,6% da área total do município, distribuindo-se pelas freguesias de Mina Água e Encosta do Sol, data do Cretácico Superior (Cenomaniano Superior).

É essencialmente composta por calcários compactos, de cor branca, rosa e avermelhada, os quais possuem muitas vezes características cristalinas e nódulos de sílex. No topo, tendem a apresentar características mais margosas, alternando entre margas amarelas, rosadas e esbranquiçadas. Na parte superior, surgem vulgarmente fósseis de rudistas silicificados, foraminíferos, algas, bivalves e o amonóide *Neolobites vibrayeanus* (Pais et. al, 2006).

### **Formação de Caneças (C2Cn)**

A Formação de Caneças aflora na freguesia de Mina de Água e abrange cerca de 12% da área do município. Esta formação data do período Cretácico, localizando-se aproximadamente entre os 94Ma (Cenomaniano médio) e 110Ma (Albiano superior) (Pais et. al, 2006).

É composta basicamente por calcários e arenitos. No entanto, Choffat (1885, in Pais et. al, 2006) realça a existência de dois níveis distintos: na base é composta por calcários margosos (amarelados e apinhoados), tendo mais próximo do topo níveis areno-quartzosos e dolomíticos (com baixa presença de fósseis); no topo é constituída

essencialmente por calcários margosos (amarelados) e margas (Zbyszewski, 1963 in Pais et. al, 2006).

### **Formação de Rodizio (C1Ro)**

A Formação de Rodizio apresenta apenas um pequeno afloramento na freguesia da Mina de Água (1% da área do município), sendo também conhecida como Grés Superior. É datada do Aptiano Superior (cerca de 125 Ma) ao Albiano inferior (cerca de 99 Ma), do período do Cretácico.

A sua constituição baseia-se essencialmente em arenitos e argilas. Na base surgem normalmente grés (finos ou grosseiros), nos quais existem elementos de quartzo em lenticulas alternados com siltes (com vestígios lignitosos). Na parte superior da formação, surgem os siltes e argilas brancas ou violáceas, alternadas com lenticulas de grés, com abundante presença de quartzo, feldspato e ligeiros vestígios de materiais lignitosos (Ramalho et. al, 2001).

### **Formação de Cresmina (C1Cr)**

Esta formação é também conhecida por termo médio das Camadas de Almargem. Pertence ao Cretácico Inferior, atribuindo-se a sua origem entre o Barremiano Superior (cerca de 129 Ma) e o Aptiano Superior (cerca de 120 Ma), (Ramalho et. al, 2001). No município da Amadora tem uma importância residual (0,3% da área do concelho), apresentando apenas uma parcela no sector norte da freguesia de Mina de Água.

Na sua composição predominam calcários e margas com *Palorbitolina lenticularis* (fóssil). No entanto, Rey (1992, in Ramalho et. al, 2001), identificou 8 níveis distintos. De uma forma sucinta esses 8 níveis são compostos por: (i) nível de base, com margas intercaladas por grés (finos e gregosos); (ii) calcários intercalados com materiais margosos com nódulos calcários; (iii) bancos ondulados ou de margas finas calcárias ou margas calcárias; (iv) grés finos ou grosseiros alternados com margas e calcários gregosos; (v) calcários pararecifais de rudistas (fósseis); (vi) margas

calcárias e margas com nódulos calcários; (vii) calcários compactos em blocos ondulados separados por juntas onduladas e ferruginosas com fragmentos fossilíferos; (viii) margas argilosas intercaladas por um leito calcário ocre.

### **Formação de Regatão (C1Re)**

A Formação de Regatão encontra-se apenas na freguesia da Mina de Água e ocupa uma área inferior a 1%. Segundo Rey (1992, in Ramalho et al, 2001) é também conhecida como a parte inferior das Camadas de Almargem, ou como Grés inferiores. A formação data do Barremiano Superior (Cretácico Inferior), com aproximadamente 128 Ma.

É composta principalmente por arenitos, argilas e dolomitos e apresenta três níveis distintos (Ramalho et. al, 2001). Na sua base, constam argilas micáceas alternadas por siltes, grés finos e dolomitos, intercalados com argilas (gregosas e micáceas), grés (ocre) e margas (gresosas e lignitosas). Num nível mais intermédio surgem calcários ocre vacuolares com uma base margosa e com alguns calcários compactos. Neste nível denota-se uma elevada presença de fósseis. O seu nível superior é constituído por argilas e grés finos com cimento calcário e elementos angulosos. Neste nível, já muito próximo do topo, surgem também argilas xistosas, gresosas ou micáceas com presença de nódulos calcários (Ramalho et. al, 2001).

### **Formações de Cabo Raso e Guincho Indiferenciadas (C1CG)**

Este conjunto de formações surge apenas numa única parcela na freguesia de Mina de Água, representando a nível municipal pouco mais que 2% do território. Datam do Cretácico Inferior (Hauteriviano a Barremiano Inferior), ou seja, aproximadamente entre 132 Ma a 125 Ma.

A sua composição baseia-se sucintamente em calcários recifais com Choffatelas e Dasicladáceas (algas clorofíceas). No entanto, analisando estas formações em separado, pode-se conferir que a formação de Cabo Raso é composta por margas pulverulentas com presença de vestígios de dolomite e nódulos calcários. Para além

disso é também comum encontrar nesta formação, calcários dolomíticos compactos e margas dolomíticas (Ramalho et al, 2001). Relativamente à formação do Guincho, Rey (1992, in Ramalho et. al, 2001) identificou inúmeros níveis: na base é comum surgirem calcários bréchicos, dolomitos, calcários compactos, margas e calcários compactos com pouca estratificação. Para além disso surgem também calcários separados por leitões finos de argilas de estratificação ondulante. Na parte superior, surgem calcários com vestígios margosos, e calcários com bancos espessos de estratificação ondulante e alternância de bancos finos de materiais argilosos e margosos.

### **Formação de Maceira (C1Ma)**

A formação de Maceira surge no sector norte da freguesia de Mina de Água, representando 0,2% da área do município. Data do Hauteriviano Inferior (Cretácico Inferior), estimando-se que a sua formação tenha ocorrido há cerca de 132 Ma.

É constituída maioritariamente por margas e calcários margosos com *Toxaster* (fóssil). Segundo Rey (1992, in Ramalho et. al, 2001), apresenta dois níveis distintos: (i) na base possui margas compactas com palhetas de moscovite intercaladas com margas com maior teor de calcário, com vestígios de calcite, nódulos e leitões finos e descontínuos de calcários margosos; (ii) no seu nível superior, destacam-se os calcários e margas calcárias com uma estratificação ondulada. Para além disso este nível destaca-se pela elevada presença de fósseis (Rey, 1992 in Ramalho et al, 2001).

### **Formação de Serradão e Guia Indiferenciadas (C1SG)**

Este conjunto de formações encontra-se na extremidade Noroeste do município, na freguesia de Mina de Água e representa menos de 1% da área do município. Datam do Cretácico Inferior, situando-se entre as idades do Berriasiano Superior (cerca de 140 Ma) e do Hauteriviano basal (aproximadamente 130 Ma).

De uma forma geral, são compostas por calcários, margas e arenitos. Contudo, Rey (1992) realça que a Formação de Serradão é composta por calcários compactos, margosos e calciclásticos. Para além disso incorpora também margas, xistosas,



gresosas, ou com nódulos e bancos calcários (Ramalho et al, 2001). Já a Formação da Guia, (acima dos materiais da formação de Serradão), é composta por três níveis, (i) na base contem calcários compactos ou em bancos individualizados e margas gresosas; (ii) o nível intermédio é maioritariamente composto por grés finos e ocre; (iii) no topo surgem calcários com pequenas intercalações de margas calcárias (Ramalho et al, 2001).

### 1.3.2. Formações Vulcânicas

#### **Complexo Vulcânico de Lisboa (b1, b1p)**

O Complexo Vulcânico de Lisboa (CVL) encontra-se em todas as freguesias do município, representando 47% da área total (principal substrato geológico do concelho). O CVL surgiu entre o Cretácico Superior e o Eocénico Inferior e, segundo Serralheiro (1978, in Ramalho et. al, 2001) possuiu um edifício vulcânico principal, com cerca de 2000m, localizado próximo de Mafra.

Contudo, segundo Pais et. al, (2006), a actividade magmática associada ao complexo não foi contínua, o que permitiu períodos de sedimentação em ambiente lacustre e fluvial. Assim, Choffat (1950 in Pais et. al, 2006) identificou três episódios sedimentares intercalados com episódios eruptivos. O primeiro episódio sedimentar (base) é constituído maioritariamente por margas (com cinzas vulcânicas), calhaus de calcário e fósseis do *Turoniano* Superior, o qual assenta sobre basaltos, provenientes do primeiro episódio eruptivo, com os exemplares mais compactos a registarem intercalações lenticulares de cinzas vulcânicas. No segundo episódio sedimentar predominam também as margas, sendo comum encontrar grés impuros, os quais assentam sobre basalto compacto com pequenas intercalações de sedimentos argilosos (2º episódio eruptivo), (Choffat, 1950 in Pais et al, 2006). O terceiro episódio sedimentar ou híbrido, é vulgarmente conhecido como brecha caótica incoerente, ao longo da qual surgem materiais ígneos e materiais argilosos de cor avermelhada (Choffat, 1950 in Pais et al, 2006).

Em suma, o Complexo Vulcânico de Lisboa é essencialmente composto por basaltos, sendo possível encontrar também alguns gabros, traquibasaltos, traquitos e riolitos. Dos episódios sedimentares, resultaram essencialmente margas e alguns exemplares de calcário e grés.

### **Filões e Massas (GD, j, e, u, w)**

No território municipal encontram-se dispersos alguns filões e massas (assinalados a preto na Figura 24), essencialmente compostos por traquibasalto, teralito e rochas que não se encontram identificadas.

## **2. Relevo**

### **2.1. Metodologia**

A informação sobre a altimetria (cartografia oficial de 2013) foi cedida pela Divisão de Informação Geográfica (DIG) da Câmara Municipal da Amadora. O MDT foi gerado em *software* ArcMap 10.1, através da ferramenta *Triangular Irregular Networks*. Na representação gráfica das altitudes do município, optou-se pela criação de 6 classes, dividindo as altitudes em patamares de 50 em 50 metros (Figura 26 e Quadro 17).

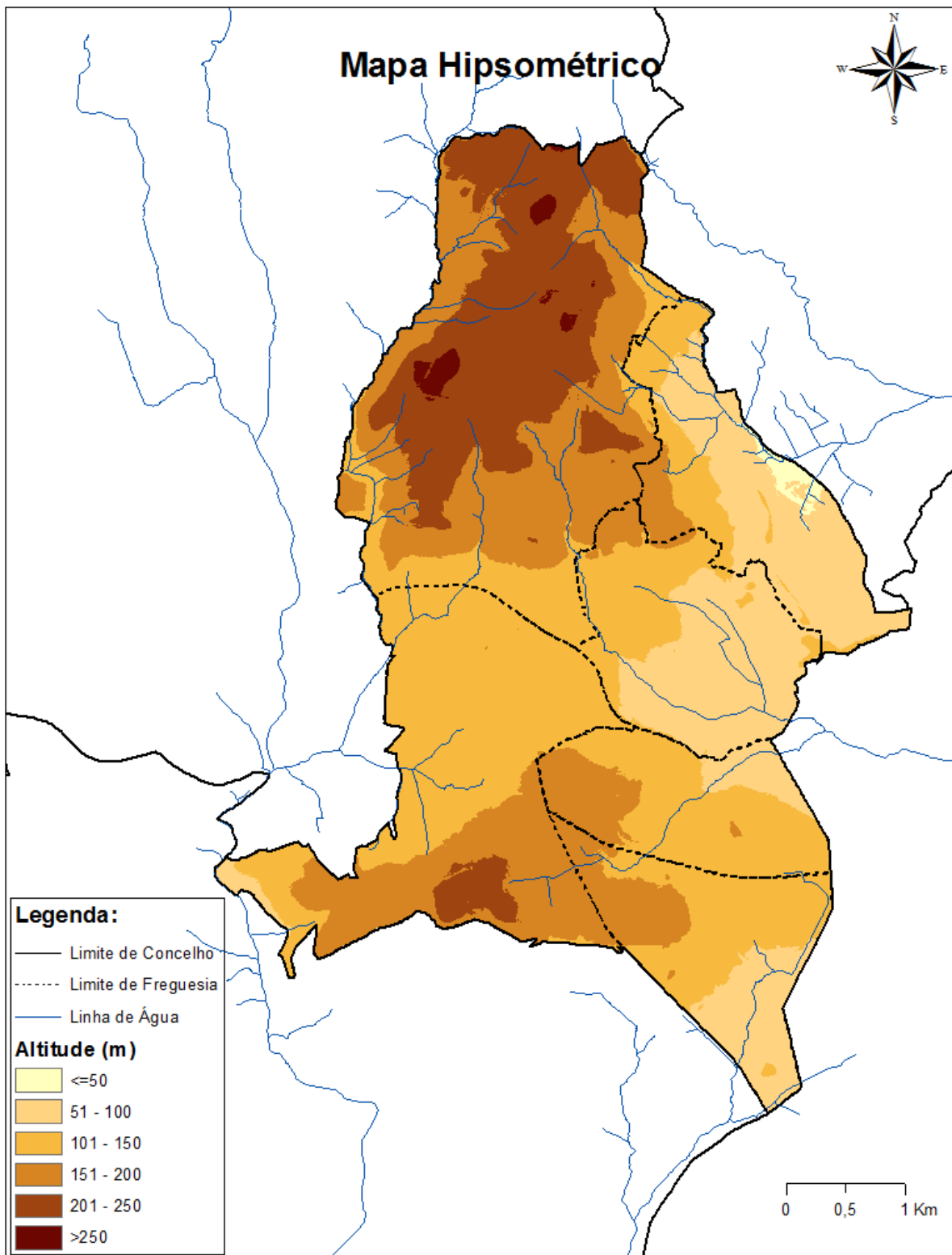
Para a obtenção dos declives e exposição das vertentes, usaram-se as ferramentas *Slope* e *Aspect* do *software* ArcMap 10.1. Na representação gráfica da inclinação do terreno (Figura 27), definiram-se cinco classes de declive: fraco (0 -5%); moderado (6-10 %); moderadamente acentuado (11-15%); acentuado (16% a 25%); muito acentuado (> 25%). Para a carta de exposições (Figura 28) usaram-se as seguintes classes: Norte (337,5° – 22,5°), Nordeste (22,5° – 67,5°), Este (67,5° - 112,5°), Sudeste (112,5° - 157,5°), Sul (157,5° – 202,5°), Sudoeste (202,5° – 247,5°), Oeste (247,5° - 292,5°), Noroeste (292,5° - 337,5°), Área Plana (<1°).

## 2.2. Hipsometria

O concelho da Amadora possui altitudes moderadas no contexto nacional, uma vez que a maior parte da sua área (82%) se situa entre 50 e 200m de altitude. A classe altitudinal com maior expressão é a de 100-150m (37% do total), (Quadro 17). O valor mínimo (41m) situa-se no fundo do vale do Rio da Costa, no sector Este do município, e o valor máximo (273m) na Serra de Mira, no extremo Norte. O mapa hipsométrico mostra que o território municipal se divide em três áreas distintas: duas mais elevadas, acima dos 150m de altitude (sectores Norte e Sul) e uma mais deprimida, entre as duas anteriores, que abrange o sector centro-Leste do município (Figura 26).

**Quadro 17 – Área ocupada pelas classes altitudinais no do Município da Amadora.**

Classes de Altitude	Área (%)
<50	0,6
51 - 100	19,4
101 - 150	36,7
151 - 200	26,2
201 - 250	16,4
>250	0,7



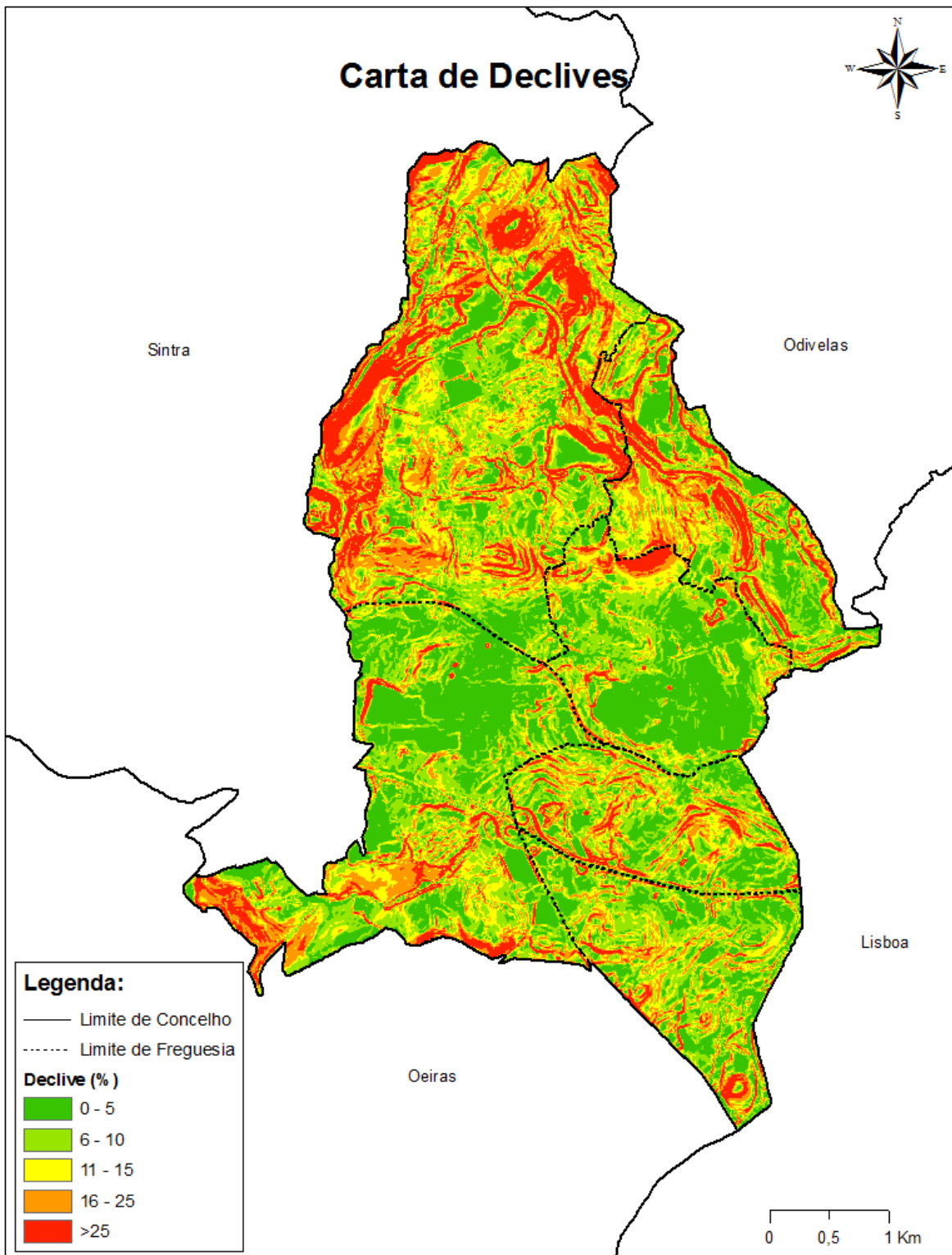
**Figura 26 – Hipsometria do Concelho da Amadora.**

### 2.3.Declives

Em geral, o município apresenta declives fracos a moderados, pois cerca de 53% da sua área possui inclinações inferiores a 10% (Quadro 18). A figura 27 mostra, não só que as áreas de maior declive (>25%) correspondem aos sectores mais elevados do município, mas também que este é mais acentuado no sector Norte (freguesia de Mina de Água), nos flancos da Serra da Mira e do planalto que se encontra a sul da mesma – Planalto de Mina de Água. Os valores mais baixos (<5%) localizam-se no sector intermédio deprimido (freguesias de Venteira e Falagueira-Venda Nova) entre o sopé do Planalto de Mina de Água e a base do flanco Norte da Serra de Carnaxide, e ainda no citado planalto (Figura 27).

**Quadro 18 – Área ocupada pelas classes de declive no município da Amadora.**

Classes de Declive (%)	Área (%)
Fraco (0% a 5%)	27,1
Moderado (6% a 10%)	26,1
Moderadamente Acentuado (11% a 15%)	16,8
Acentuado (16% a 25%)	16,7
Muito Acentuado (>25%)	13,3



**Figura 27 – Carta de Declives do Município da Amadora.**

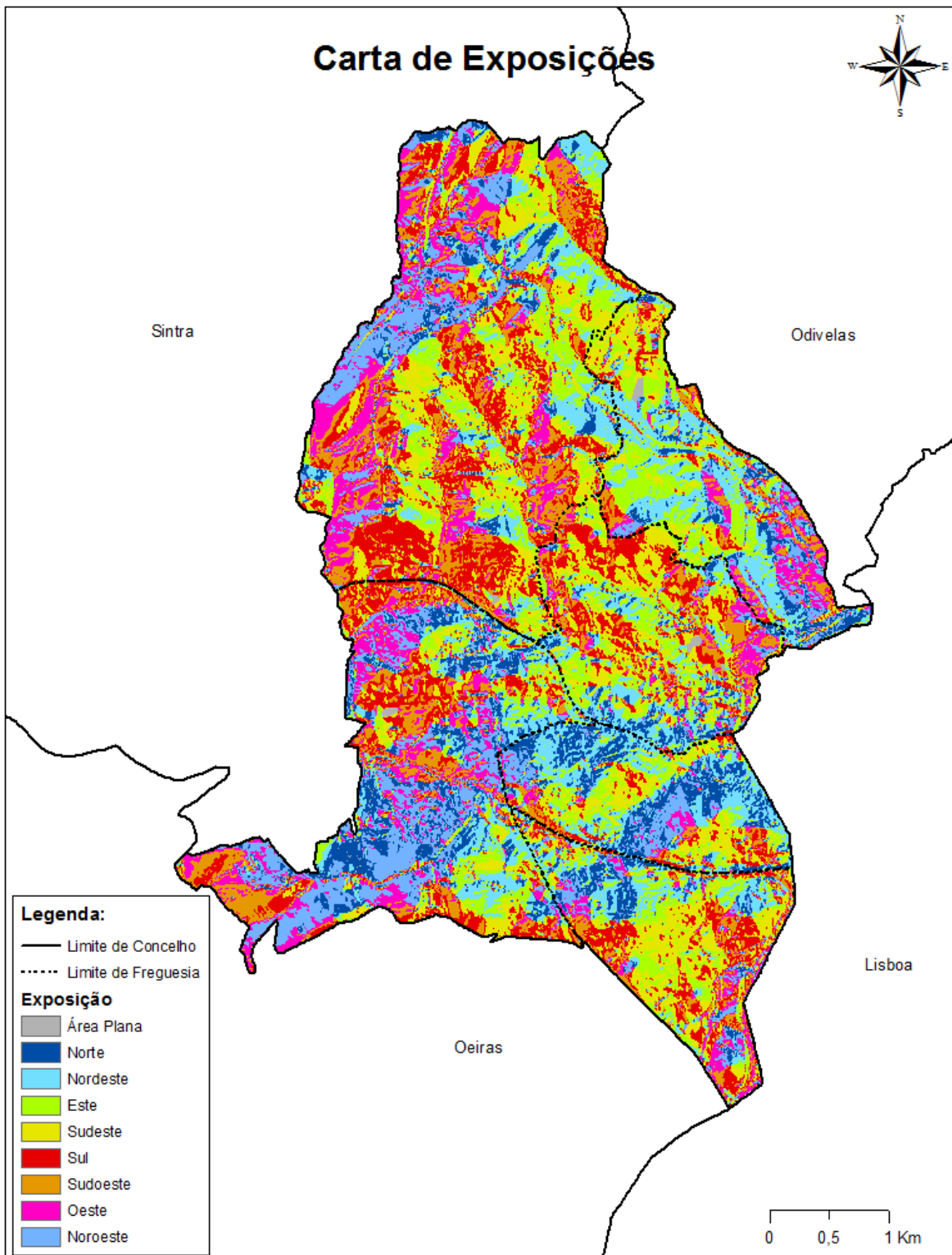
## 2.4 Exposição das Vertentes

Relativamente à exposição das vertentes (Quadro 19 e Figura 28), não existe uma dominância de nenhum dos octantes. O conjunto dos octantes S, SE, E e NE ocupa a maior parte da área do município (58%), devendo-se à inclinação do Planalto de Mina de Água para sudeste, à exposição dos seus flancos sul e leste, à vertente sul da Serra da Mina, à vertente NE da Serra de Carnaxide e à inclinação do fundo de vale da R<sup>a</sup> de Alcântara para sudeste.

É de destacar que o concelho tem uma boa exposição solar, uma vez que as vertentes soalheiras (octantes S, SE e SW) ocupam 41 % da área total, enquanto as umbrias (octantes N, NE e NW) ocupam 34% e as exposições intermédias (octantes W e E) os restantes 25%.

**Quadro 19 – Área ocupada pelas classes de exposição das vertentes do município da Amadora.**

<b>Classes de Exposição</b>	<b>Área por Octante (%)</b>
Área Plana	0,4
Norte	9,6
Nordeste	13,2
Este	14,4
Sudeste	15,6
Sul	14,4
Sudoeste	11,1
Oeste	10,3
Noroeste	10,9



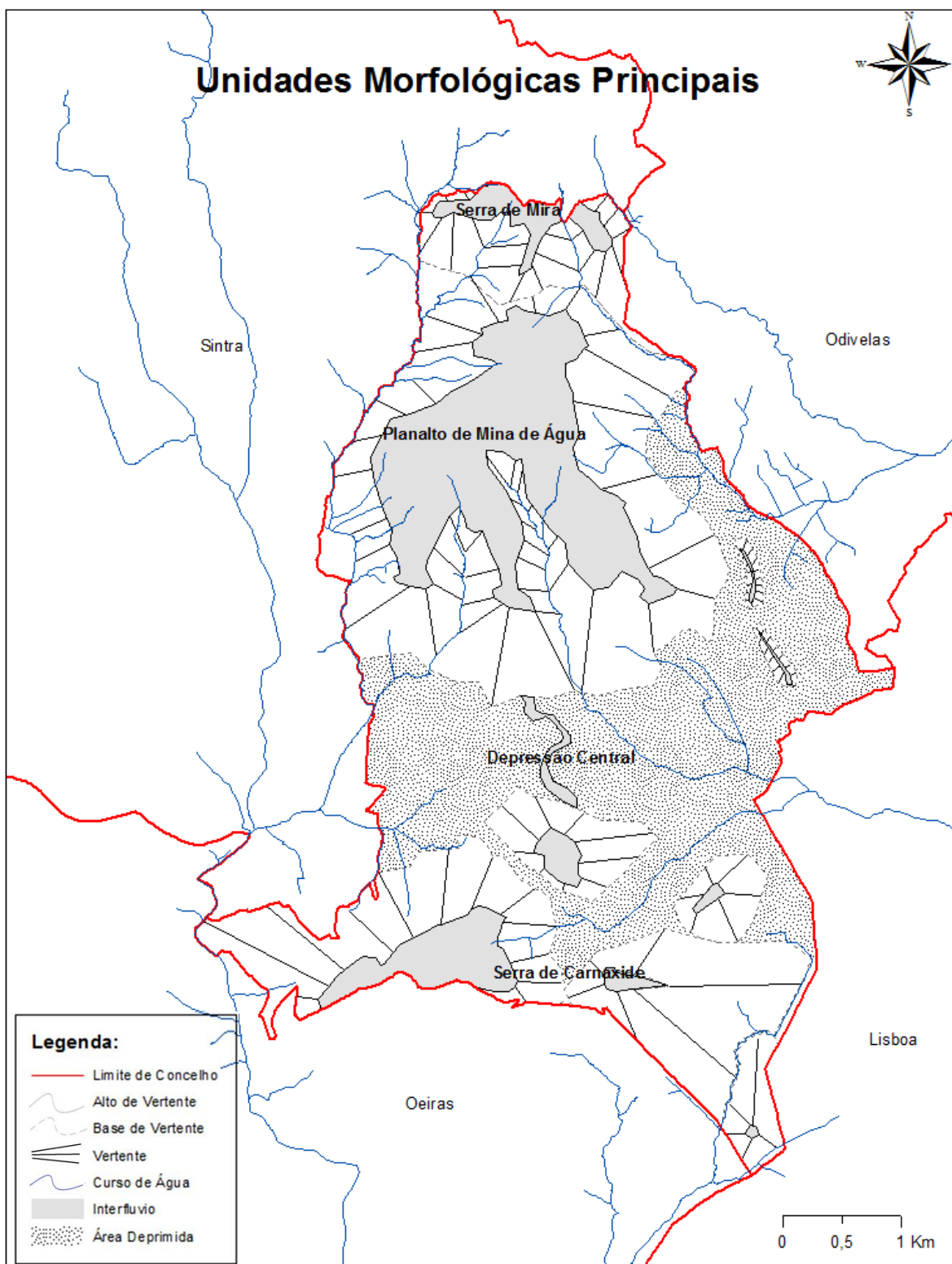
**Figura 28 – Carta de Exposições do Município da Amadora.**



## 2.5 Unidades Morfológicas

Da análise integrada das características altimétricas, de inclinação e exposição é possível definir no concelho da Amadora, no sentido N-S, as seguintes unidades morfológicas:

- (i) Serra de Mira, relevo de maior destaque, por atingir a cota máxima do município (273m). Localiza-se no extremo norte (freguesia de Mina de Água) e é delimitada a Este pelo Rio da Costa (afluente do Rio Trancão) e a Oeste pela Ribeira de Carenque. Apresenta uma forma aproximadamente elíptica, orientada de NE para SW, com 4km de comprimento, por 2km de largura e atinge cerca de 8 km<sup>2</sup>. É talhada nas formações carbonatadas e detríticas do Cretácico Inferior, sendo atravessada por falhas de direcção NE-SW e NNW-SSE (Figura 24).
- (ii) O Planalto de Mina de Água estende-se imediatamente a sul da Serra de Mira, a cerca de 170m de altitude. Inclina para sul e sudeste e tem como substrato as formações cretácicas sedimentares e vulcânicas. É atravessado pelo troço montante da R<sup>a</sup> de Alcântara (troço conhecido por ribeira da Falagueira).
- (iii) A Depressão Central, entre 50 a 160m, situa-se entre o Planalto de Mina de Água (a norte) e a Serra de Carnaxide (a sul). Tem uma orientação E-W, nele se podendo divisar dois sectores: o ocidental, mais elevado, drenado para oeste pelos afluentes da R<sup>a</sup> de Carenque, e o oriental, mais baixo, drenado para leste pela R<sup>a</sup> de Alcântara e afluentes. Tem como substrato o Complexo Vulcânico do Cretácico Superior e as formações sedimentares terciárias e quaternárias que assentam em discordância sobre as primeiras.
- (iv) A Serra de Carnaxide atinge 211m de altitude na área fronteira entre as freguesias de Carnaxide (Oeiras) e Venteira (Amadora), prolongando-se posteriormente pelo concelho de Oeiras. Apresenta uma forma aproximadamente elíptica, com uma orientação E-W, tendo aproximadamente 3km de comprimento por 2km de largura. Ocupa cerca de 6 km<sup>2</sup>. A serra é talhada no Complexo Vulcânico de Lisboa e encontra-se delimitada a oeste pelo Rio Jamor e a Leste pela Ribeira de Algés (Figura 29).



**Figura 29 – Carta de Unidades Morfológicas Principais do concelho da Amadora.**

### 3. Rede Hidrográfica e Regime Hidrológico

#### 3.1. Metodologia

Na abordagem a este tema, consideram-se inicialmente duas redes de drenagem fornecidas pela DIG: uma da autoria do IGEO e outra que integrou a cartografia oficial do concelho de 2003. Porém, estas redes de drenagem encontravam-se incompletas e desactualizadas, não considerando muitos troços encanados. Sendo assim, optou-se por reconstruir uma rede de drenagem o mais actualizada possível. Na reconstituição da rede hidrográfica foram seguidos os seguintes critérios: (i) mantiveram-se todos os troços assinalados pelo IGEO, que obtivessem confirmação no Ortofotomapa de 2009 do município; (ii) quando não se identificaram os traçados no Ortofotomapa 2009, seguiram-se os traçados observáveis nas fotografias aéreas de 1944 (à escala 1:7600). Para a utilização das fotografias aéreas do voo de 1944 foi necessário georreferenciar aproximadamente 20, procedimento realizado através do *software* ArcMap 10.1. (Figura 30). Porém, para o sucesso deste procedimento foi vital o profundo conhecimento do território, por parte dos técnicos da DIG, pois entre 1944 e 2009 ocorrerem imensas alterações no uso e ocupação do território, dificultando assim a obtenção de um vasto leque de pontos de controlo.

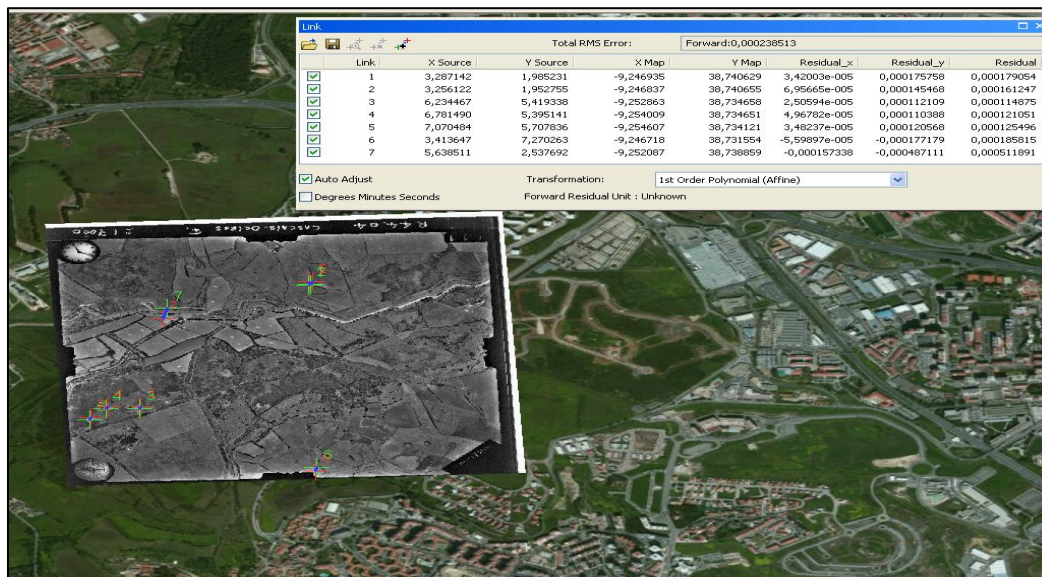


Figura 30 – Georreferenciação da fotografia aérea 611. do voo de 1944.

A utilização das fotografias aéreas de 1944 introduziu maior conhecimento sobre a evolução da rede hidrográfica, todavia pode também conferir alguma imprecisão na marcação dos traçados, visto que a georrefenciação das mesmas foi feita com base em pontos de controlo detectados, variando a sua quantidade de exemplar para exemplar. Sendo assim, é importante ter em conta que a precisão dos traçados não é “milimétrica”, podendo assumir algum desfasamento em trabalhos realizados a grande escala.

No que respeita, aos troços fora do município, os que não são visíveis no ortofotomapa de 2009, foram completados com base nas fotografias aéreas de 1944. No entanto, as fotografias aéreas disponibilizadas, não abarcavam toda a área ocupada pela rede de drenagem, situação que levou a que alguns troços (a Norte da Amadora) fossem concluídos através do *basemap Imagery* disponibilizado pela ESRI, na versão 10.1. do ArcMap.

Após a reconstrução de toda a rede hidrográfica, da qual depende a drenagem do município, foi comparada a rede obtida com a rede hidrográfica visível em cartas topográficas das décadas de 40 e 50, sendo alvo de pequenos reajustes.

Independentemente deste procedimento, foram gerados os fluxos acumulados das bacias em ArcMap, os quais foram sendo ajustados tendo em conta a rede hidrográfica anteriormente mencionada. Ou seja, foram ajustados de forma a apresentarem um detalhe semelhante a essa rede, situação que permitiu que, em seguida, este *layer* fosse usado como referência para os restantes procedimentos. Em seguida, em ArcMap, gerou-se também a hierarquia (Strahler) e a magnitude (Shreve) das redes de drenagem.

Para a delimitação das bacias que drenam o concelho, foi levada a cabo uma sequência de procedimentos, em *software* ArcMap 10.1. Definiram-se 4 bacias hidrográficas: Rio Jamor, Rio da Costa, Ribeira de Alcântara e Ribeira de Algés. Optou-se por delimitar também a sub-bacia da Ribeira de Carenque, que integra a bacia

hidrográfica do Rio Jamor, dada a elevada importância do escoamento desta ribeira no sector noroeste do concelho.

Para a obtenção do balanço hidrológico do concelho, seguiu-se o método de Thornthwaite-Mather, o qual tem por base o uso da precipitação média mensal e da temperatura média mensal. Embora tendo só estes dois parâmetros climáticos (dada a dificuldade de obtenção de outros), à escala das bacias hidrográficas, os seus resultados são bastante satisfatórios (Ramos, 2005). Para o cálculo do balanço hidrológico usou-se a Normal Climática mais recente (1981-2010), da série construída anteriormente para São Julião do Tojal e considerou-se uma reserva útil de 100 mm (valor proposto por aqueles autores para estudos hidroclimáticos).

## **4.2. Hidrografia**

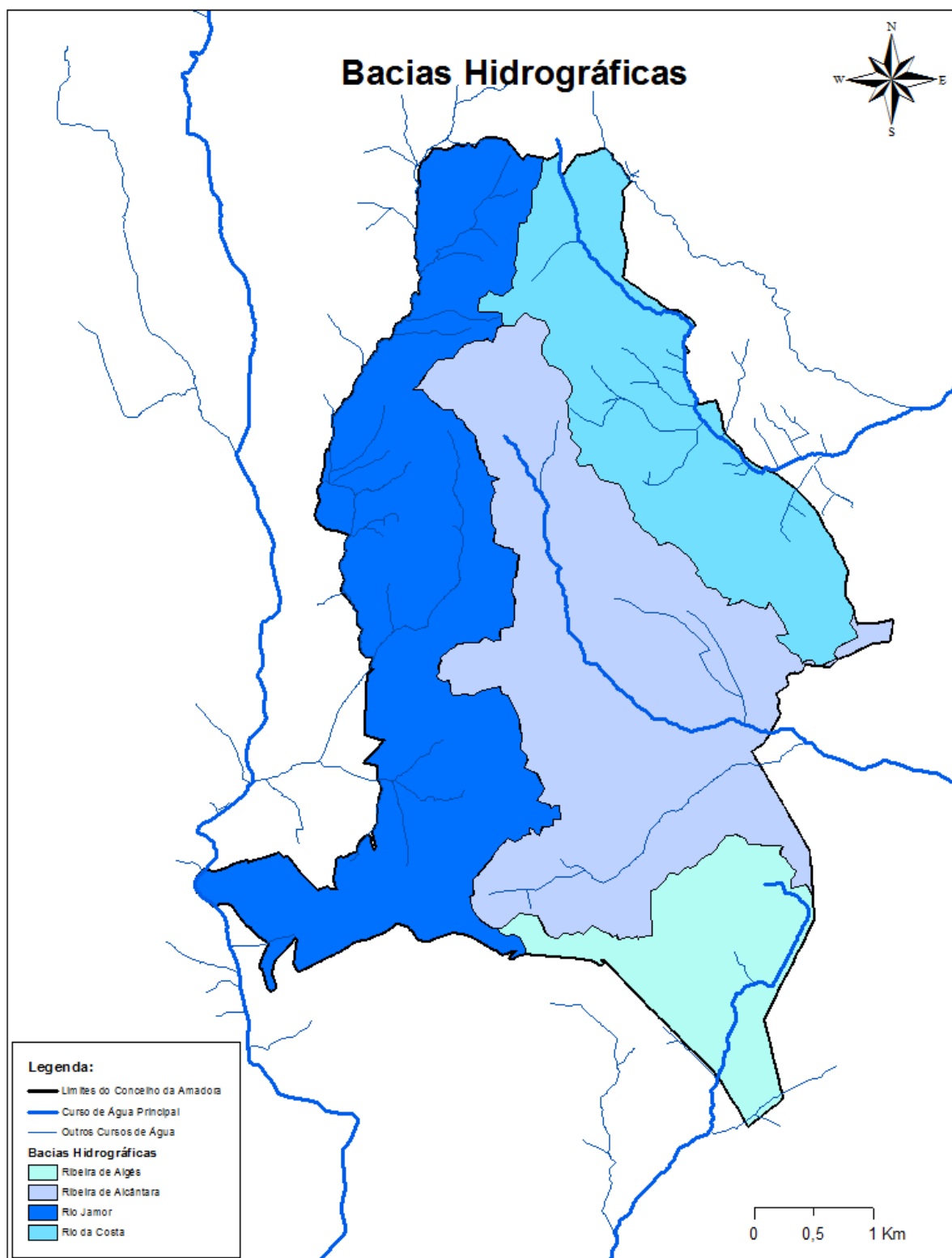
Do ponto de vista hidrográfico, pode dizer-se que o município da Amadora é um concelho de montante, ou seja, abrange os sectores superiores de várias bacias hidrográficas que drenam a região de Lisboa, a saber: Rio Jamor (da qual faz parte a sub-bacia da Rib. de Carenque), Rio da Costa, Ribeira de Alcântara e Ribeira de Algés (Figura 31). A bacia do Rio Jamor drena todo o terço ocidental do concelho (34%), designadamente através do seu principal afluente da margem esquerda, a R<sup>a</sup> de Carenque (30%), a qual serve de divisória entre boa parte do concelho da Amadora e do concelho de Sintra. A bacia do Rio da Costa drena o sector nordeste do concelho, a partir da Serra da Mira e do planalto de Mina de Água. O Rio da Costa dirige-se depois para o concelho de Odivelas, onde a partir da confluência com a R<sup>a</sup> de Odivelas, toma a designação de R<sup>a</sup> da Póvoa, a qual drena em direcção à Várzea de Loures. O Rio da Costa / R<sup>a</sup> da Póvoa é um dos principais afluentes do Rio Trancão, sendo o que possui um historial mais mortífero relativamente às cheias rápidas que por vezes atingem a região de Lisboa. A bacia da R<sup>a</sup> de Alcântara (conhecida na Amadora como R<sup>a</sup> da Falagueira) drena o setor centro-este do concelho (Figura 30), a partir do Planalto de Mina de Água, antes de entrar no concelho de Lisboa, onde se constitui como a linha de água mais importante. É a bacia mais representativa do concelho da Amadora, pois drena 36% da sua área (Quadro20). Por fim, o sector sudeste do município é drenado

pela bacia da R<sup>a</sup> de Algés, a qual recebe as afluições provenientes das serras de Monsanto e de Carnaxide, entrando posteriormente no concelho de Oeiras.

Ao todo, a rede hidrográfica do concelho apresenta uma extensão de 46,8 km, sendo que muitos troços se encontram artificiadados e encanados. A densidade de drenagem é baixa (2Km/km<sup>2</sup>) e o padrão de drenagem é tipicamente dendrítico, com ângulos de confluência agudos e vários sentidos de escoamento, embora o sentido dominante seja de norte para sul, excluindo o sector Este do concelho, que apresenta um sentido de escoamento de noroeste para sudeste (Figura 31).

**Quadro 20 – Área do município drenada por cada bacia hidrográfica.**

Bacias Hidrográficas	Área (Km2)	Área (%)
Rio da Costa	4,7	19,8
Rio Jamor	8	33,6
Ribeira de Alcântara	8,6	36,1
Ribeira de Algés	2,5	10,5
Área do Município	23,8	100



**Figura 31 – Bacias Hidrográficas que drenam o concelho da Amadora.**

### 4.3. Balanço Hídrico

No quadro 21 e na figura 32 encontra-se representado o balanço hidrológico do concelho, válido para as últimas três décadas (1981-2010). Em geral, verifica-se que, em média, o balanço hidrológico anual é negativo (- 103,8 mm), situação típica da região mediterrânica.

Porém, ao analisar-se o balanço hídrico por mês (Figura 32), nota-se que este varia consoante a época do ano. Assim, identificam-se duas épocas do ano claramente distintas, uma entre Outubro e Abril, em que o balanço hidrológico mensal é positivo, e outra entre Maio e Setembro, em que é negativo.

Em resultado desta variação, o solo encontra-se com variadas capacidades hídricas ao longo do ano. Entre Outubro e Dezembro, encontra-se a absorver água para repor a sua reserva útil, colmatando a perda de água verificada na época estival. Após a reconstituição da reserva útil, o solo entra em *superavit* hídrico; ou seja, inicia-se o escoamento, o qual representa a renovação dos recursos hídricos internos do concelho. Em média, a produção de escoamento dá-se entre Dezembro e Abril. Após essa época do ano, com a diminuição da precipitação e com o aumento da temperatura (que favorece a evapotranspiração), o solo tende a entrar em *deficit* hídrico.

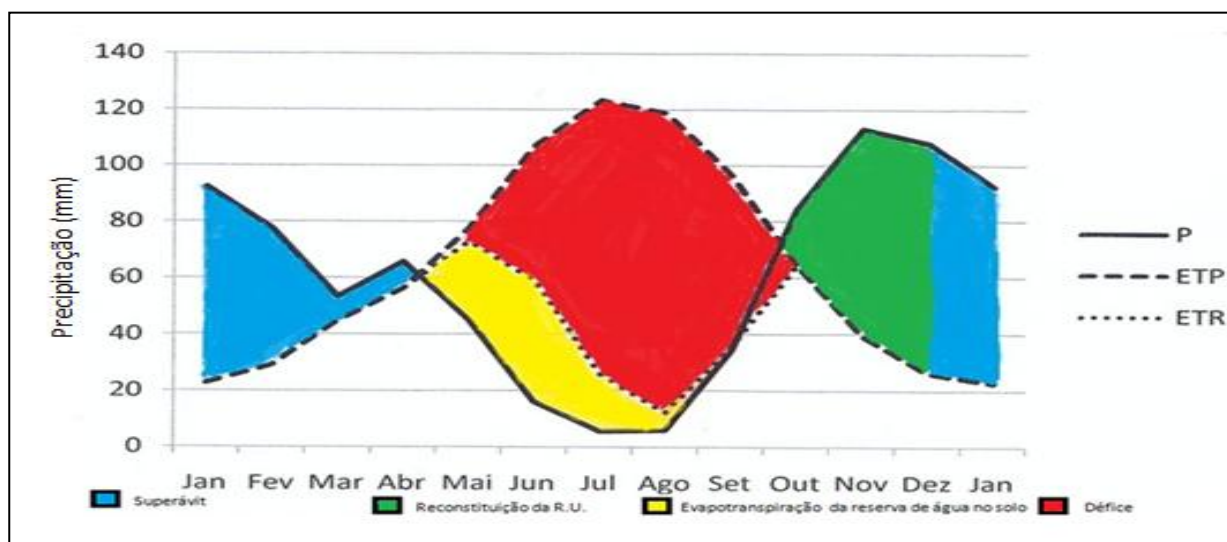
Resumindo, embora com um balanço hídrico anual negativo, perdendo, através da evapotranspiração, 69,5% da água que recebe da precipitação, o concelho da Amadora tem 7 meses com balanço hídrico positivo, dos quais, cinco, onde se dá a renovação dos recursos hídricos internos, a qual atinge 214 litros/m<sup>2</sup>.



**Quadro 21 – Componentes do Balanço Hídrico do município, tendo por base a normal climática de 1981-2010 de São Julião do Tojal/Queluz.**

**Legenda:** T = Temperatura Média Mensal, i = Índice de Calor Mensal, ETPo = Evapotranspiração Potencial; K = Coeficiente K, ETP = Evapotranspiração Potencial, P = Precipitação mensal em milímetros, DP = Défice Pluviométrico, L = Défice Pluviométrico Acumulado,  $\alpha$  = Coeficiente de Perda Potencial de Água do Solo, A = Água no Solo,  $\Delta A$  = Variação mensal de água no solo, ETR = Evapotranspiração Real. DH = Défice Hídrico. S = Superávit Hídrico. RU = Reserva Útil.

Balanço Hídrico – Queluz (expoente a =1,69; RU =100mm)													
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
T (°C)	10,4	11,4	13,8	14,9	17,3	20,4	22,4	22,8	21,3	17,9	14,2	11,6	16,5
i	3,03	3,48	4,65	5,22	6,55	8,41	9,68	9,95	8,97	6,9	4,86	3,58	75,28
ETPo	27,6	32,3	44,6	50,7	65,3	86,3	101	104,1	92,8	69,2	46,8	33,2	---
K	0,82	0,90	1,00	1,11	1,19	1,24	1,22	1,14	1,04	0,93	0,84	0,79	---
ETP	22,7	29,0	44,6	56,3	77,7	107,0	123,3	118,7	96,5	64,3	39,3	26,2	805,6
P (mm)	92,5	77,7	53,3	65,8	44,9	16,1	5,6	6,1	34,1	84,6	113,2	108,0	701,8
P-ETP	69,8	48,7	8,7	9,5	-32,8	-90,9	-117,7	-112,6	-62,4	20,3	73,9	81,8	-103,8
L	---	---	---	---	-32,8	-123,7	-241,4	-353,9	-416,4	---	---	---	---
$\alpha = e^{(L/RU)}$	---	---	---	---	0,720	0,290	0,089	0,029	0,016	---	---	---	---
A = $\alpha RU$	100	100	100	100	72,0	29,0	8,9	2,9	1,6	21,9	95,8	100	---
$\Delta A$	0,0	0,0	0,0	0,0	-28,0	-43,0	-20,1	-6,0	-1,3	20,3	73,9	4,2	---
ETR	22,7	29,0	44,6	56,3	72,9	59,1	25,7	12,1	35,4	64,3	39,3	26,2	487,6
DH	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	47,9	97,6	106,6	61,1	0,0	0,0	0,0	---
S	69,8	48,7	8,7	9,5	---	---	---	---	---	---	---	77,6	214,3



**Figura 32 – Balanço hídrico mensal de referência para o município da Amadora. (Precipitação 1981-2010 - série construída para São Julião do Tojal ; Temperatura 1981-2010 Queluz.**

## **CAPÍTULO III – CHEIAS E INUNDAÇÕES: FACTORES DE PREDISPOSIÇÃO, ÁREAS INUNDÁVEIS E FREQUENCIA DE OCORRÊNCIA**

Para se compreender porque motivo, e uma vez sujeitos às mesmas condições meteorológicas, determinados locais de um dado território são mais susceptíveis a serem inundados do que outros, é necessário definir e interligar os chamados factores de predisposição das inundações. Estes factores são constituídos pelas componentes físicas ambientais (relevo, substrato geológico e solos, rede hidrográfica e geometria das bacias de drenagem) e pelas componentes relativas à ocupação humana do território (uso do solo e suas modificações, nomeadamente no coberto vegetal e na área construída, bem como na artificialização do sistema de drenagem). Os factores de predisposição interferem na circulação da água, em especial nas condições de infiltração e na concentração e acumulação do escoamento superficial.

### **1. Condições de Infiltração da Água no Concelho**

Num território com as características físicas do concelho da Amadora, a infiltração da água depende, no essencial, da permeabilidade do substrato geológico (permeabilidade vertical da zona vadosa) e do grau de impermeabilização do terreno, decorrente do processo de urbanização. Por este motivo, analisar-se-ão, em seguida, estes dois factores.

#### **1.1. Permeabilidade do Substrato Geológico**

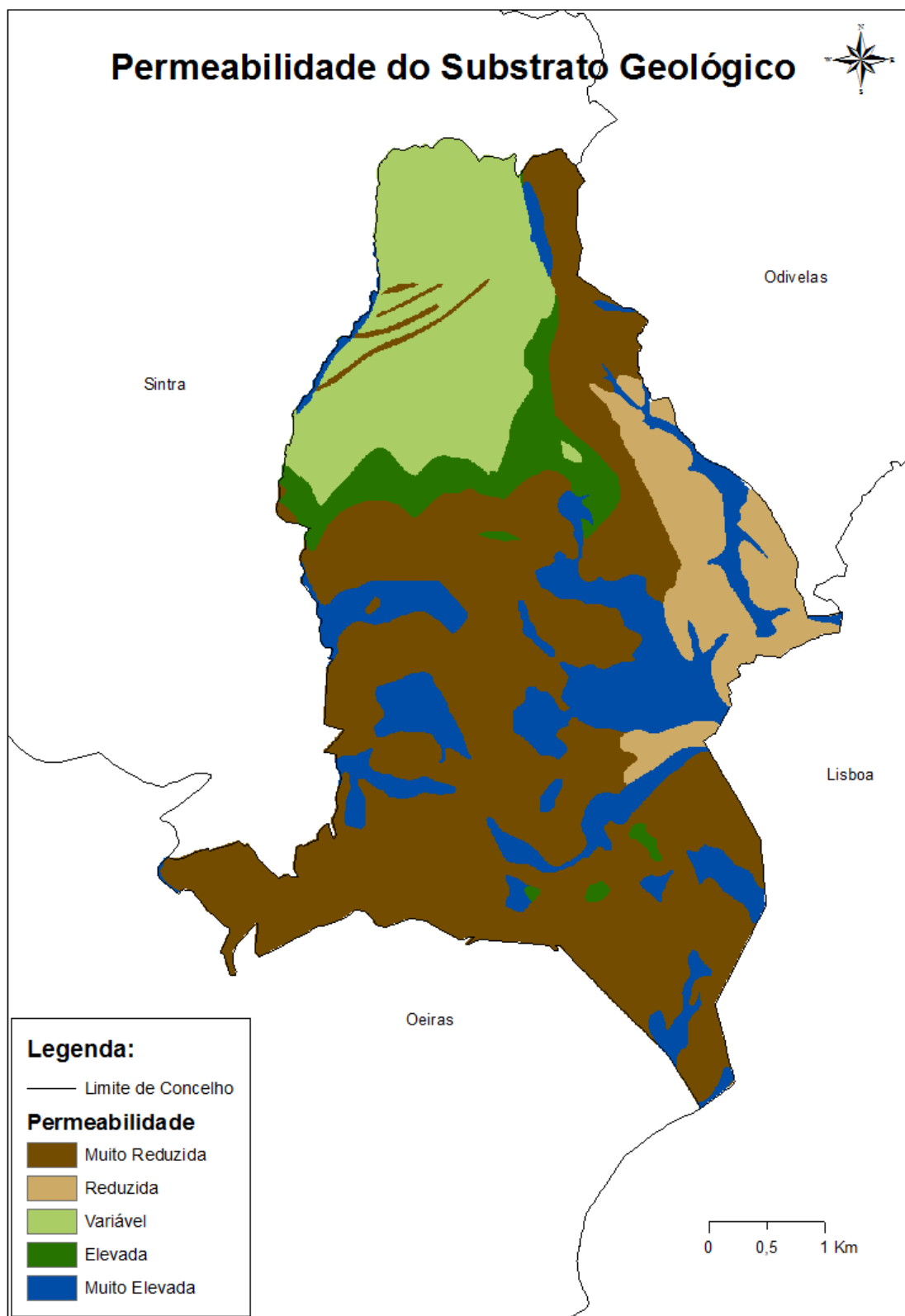
A permeabilidade do substrato geológico foi atribuída aos conjuntos litológicos anteriormente definidos (Capítulo II, Quadro 16), e seguiu, de uma forma geral, os valores atribuídos em Ramos et al, 2010. A permeabilidade atribuída varia numa escala de valores entre 1 e 10, sendo 1 a classe de menor permeabilidade e 10 a mais permeável (Quadro 24).

Da análise da figura 33 é possível perceber que o município da Amadora tem um substrato geológico pouco favorável à infiltração da água (daí a inexistência de

aquíferos importantes), pois cerca de metade (52%) do seu território apresenta uma permeabilidade muito reduzida. Este facto é devido à extensão ocupada pelo Complexo Vulcânico de Lisboa, que atinge 51% da área do concelho, e que apresenta uma elevada alteração dos seus materiais constituintes. Além disso, as formações paleogénicas (Complexo de Benfica) possuem também uma permeabilidade reduzida. Todas estas formações ocupam 60% da área do concelho.

Por outro lado, as formações de permeabilidade elevada abrangem apenas cerca de 22% do município, e correspondem aos fundos de vale cobertos por sedimentos aluvionares de pouca espessura e à Formação carbonatada da Bica (Cretácico Superior), que encima o enchimento cretácico e contacta com o Complexo Vulcânico de Lisboa (Figura 24).

Relativamente às áreas intermédias (classe de permeabilidade variável), estas encontram-se na área Norte do município, atingindo 23% do total, e correspondem às formações carbonatadas e detríticas do Cretácico Inferior a Superior, que apresentam uma variedade litológica com capacidades de infiltração distintas.



**Figura 33 – Permeabilidade do Substrato Geológico do Município da Amadora.**

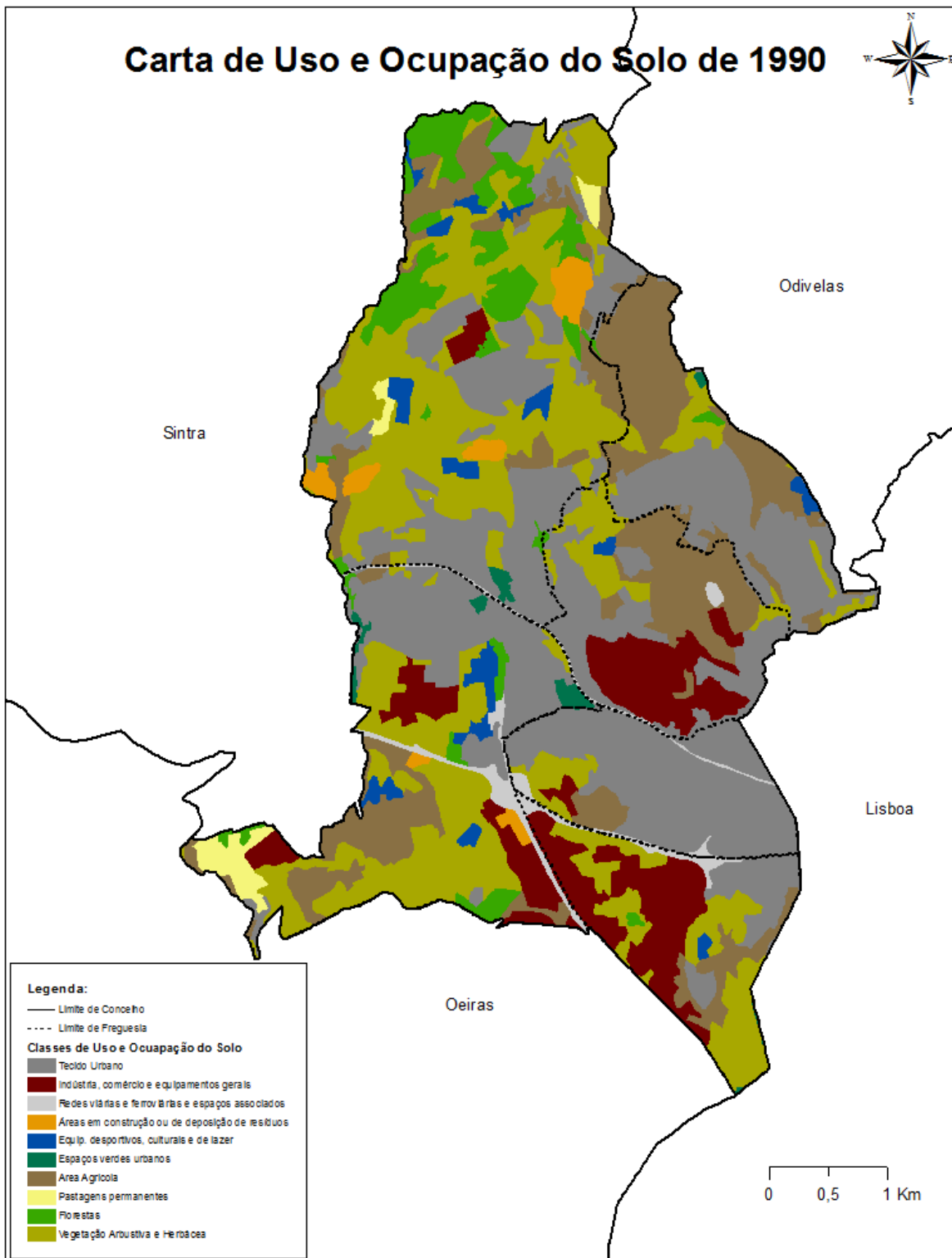
## 1.2. Influência do Uso e Ocupação do Solo na Infiltração

No sentido de compreender as tendências evolutivas da ocupação e uso do solo no concelho, obtiveram-se as COS do IGEO dos anos 1990 e 2007 (disponíveis para download no *síte* oficial do IGEO). Atendendo a que as COS não são directamente comparáveis, visto que as classes consideradas em 2007, não foram as mesmas que em 1990, optou-se por agregar algumas dessas classes por forma a obter alguma similaridade (Anexo 2). Para além disso, detectou-se uma lacuna na classe (SW2) de vias de comunicação rodoviária e ferroviária do COS de 1990, pois não se encontrava identificada a rede ferroviária da Linha de Sintra que atravessa o concelho desde Abril de 1887. Sendo assim, editou-se uma pequena parcela e classificou-se como SW2, vias de comunicação rodoviária e ferroviária.

### Uso e Ocupação do Solo em 1990

Em 1990, o concelho tinha uma ligeira predominância (52%) de áreas verdes (compostas por espaços florestais, vegetação semi-natural arbustiva e herbácea, pastagens, áreas agrícolas e espaços verdes urbanos), sobre as áreas urbanas (compostas pelos espaços construídos ou sem vegetação). Nas áreas verdes destacavam-se as de vegetação arbustiva e herbácea (28%) e as agrícolas (17%), que ocupavam maioritariamente terrenos no setor norte e sudoeste do concelho (Figura 34).

A área urbana ocupava essencialmente terrenos no setor centro e sul do município, registando-se, à época, uma concentração de comércio e indústria na área sudoeste de Alfragide e na área sul de Falagueira-Venda Nova. O tecido urbano, propriamente dito, concentrava-se na parte central do município, mais propriamente no norte de Venteira, Sul de Encosta do Sol e na freguesia de Águas Livres.



**Figura 34 – Uso e Ocupação do Solo, em 1990, no município da Amadora.**

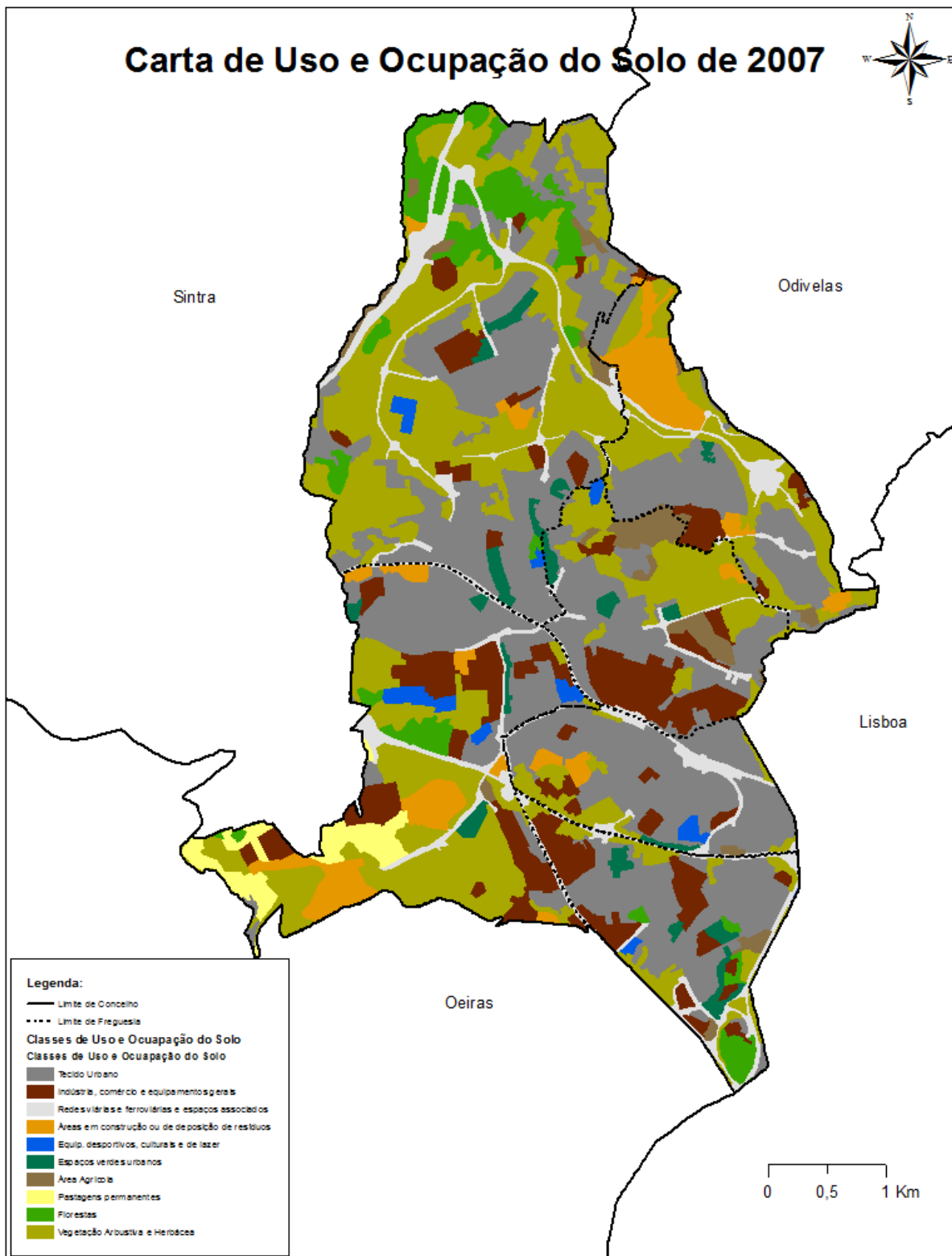
## Uso e Ocupação do Solo em 2007

Em 2007, a área urbana já suplantava as áreas verdes, pois ocupa 62% da área do concelho, ou seja, 14,7km<sup>2</sup>, ocupando as áreas verdes os restantes 9,1km<sup>2</sup> (Quadro 22). Na área urbana, o maior destaque vai para o tecido urbano e para as áreas ocupadas por comércio, indústria e equipamentos. O tecido urbano ocupa cerca de 37% da área do município, tendo maior predominância no setor centro e sul do concelho, com especial destaque para as freguesias de Alfragide, Águas Livres, setor Norte da Venteira e setores Sul de Mina de Água e Falagueira-Venda Nova. A área do comércio, equipamentos e indústria ocupa 11% do município e destaca-se essencialmente em Alfragide, Venteira e Falagueira-Venda Nova. Note-se que a COS de 2007 ainda não inclui o Dolce Vita Tejo, parcela que se encontra classificada nas áreas em construção (parcela a laranja no setor norte da freguesia de Encosta do Sol).

As áreas verdes encontram-se dispersas pelo concelho. Contudo, elas constituem espaços contínuos, predominantes sobre os urbanos, nos setores norte e sudoeste do município, ou seja, nas serras da Mina e de Carnaxide e nas encostas do Planalto de Mina de Água. Dentro das áreas verdes existe uma preponderância de vegetação arbustiva e herbácea (28%), bem como algumas parcelas isoladas de floresta. Os outros espaços verdes encontram-se dispersos pelo concelho, ocupando, em termos gerais, parcelas pouco representativas (Quadro 22).

**Quadro 22 – Uso e Ocupação do Solo segundo a COS de 1990 e de 2007.**

Amadora	Cos 90	Cos 90	Cos 07	Cos 07	
Classes de Uso e Ocupação do Solo	Área (Km <sup>2</sup> )	%	Área (Km <sup>2</sup> )	%	Tipologia
Tecido Urbano	7,938	33,4	8,779	36,9	Área Urbana
Indústria, comércio e equipamentos gerais	2,304	9,7	2,584	10,9	
Redes viárias e ferroviárias e espaços associados	0,456	1,9	1,854	7,8	
Áreas em construção ou de deposição de resíduos	0,343	1,4	1,178	5	
Equipamentos desportivos, culturais e de lazer	0,494	2,1	0,263	1,1	
Espaços verdes urbanos	0,146	0,6	0,463	1,9	Área Verde
Área Agrícola	4,031	16,9	0,527	2,2	
Pastagens permanentes	0,3	1,3	0,431	1,8	
Florestas	1,221	5,1	1,092	4,6	
Vegetação arbustiva e herbácea	6,556	27,6	6,614	27,8	
Área do Município	23,785	100	23,785	100	



**Figura 35 – Uso e Ocupação do Solo, em 2007, no município da Amadora.**



## Evolução do Uso e Ocupação do Solo entre 1990 e 2007

Ao longo destes 17 anos, registaram-se diversas alterações no uso e ocupação do solo do município, tendo-se registado um aumento de 13% da área urbanizada. Esse aumento deveu-se essencialmente à reconversão das áreas agrícolas (decréscimo de 15% em relação a 1990) em outros usos, em especial no aumento das acessibilidades, quer da rede viária quer ferroviária. Por exemplo, a rede ferroviária, que atravessa a Amadora desde Abril de 1887, em 1999 sofreu um alargamento para 4 linhas férreas (Refer, 2013). Já a rede rodoviária também sofreu modificações, nomeadamente com a expansão da CREL (troço Queluz-Alverca) e da CRIL (troço entre Mira-Flores e a Buraca) em 1995, para além do reforço da rede rodoviária secundária.

Outro factor a registar, foi a dispersão do tecido comercial, industrial e equipamentos: em 1990, encontrava-se circunscrito essencialmente a Alfragide e à Falagueira-Venda Nova, mas em 2007, regista-se uma difusão por todo o concelho. Porém, o aumento das áreas ocupadas por este tecido foi ligeiro (+1,2%), ou seja, em 2007 ocupa cerca de 11% da área do concelho. Esta situação realça a descentralização do tecido industrial e comercial do concelho, fenómeno que se verificou em diversas cidades portuguesas, nomeadamente em Lisboa, após a década de 70 (Silva, 2009).

Nas áreas verdes, para além do decréscimo das áreas agrícolas, registou-se também um ligeiro decréscimo na área florestal. No entanto, aumentaram os espaços verdes urbanos: em 1990, encontravam-se maioritariamente no setor central do município, mas em 2007 verifica-se já uma maior oferta e difusão destes espaços.

Em síntese, e tendo por base as COS de 1990 e 2007, observa-se que tem havido um aumento das áreas impermeabilizadas o que dificulta progressivamente a infiltração da água.

### **1.3. Permeabilidade Composta Entre As Condições Naturais e a Ocupação Humana**

Para quantificar a influência do uso e ocupação do solo na capacidade de infiltração da água, recorreu-se à Carta de Uso e Ocupação do Solo mais recente (COS de 2007), disponibilizada pelo IGEO. Como base inicial, foi usado o nível 3, sendo que posteriormente foram agrupadas diversas classes, por forma a reduzir a complexidade e eliminar detalhes desnecessários (Quadro 23).

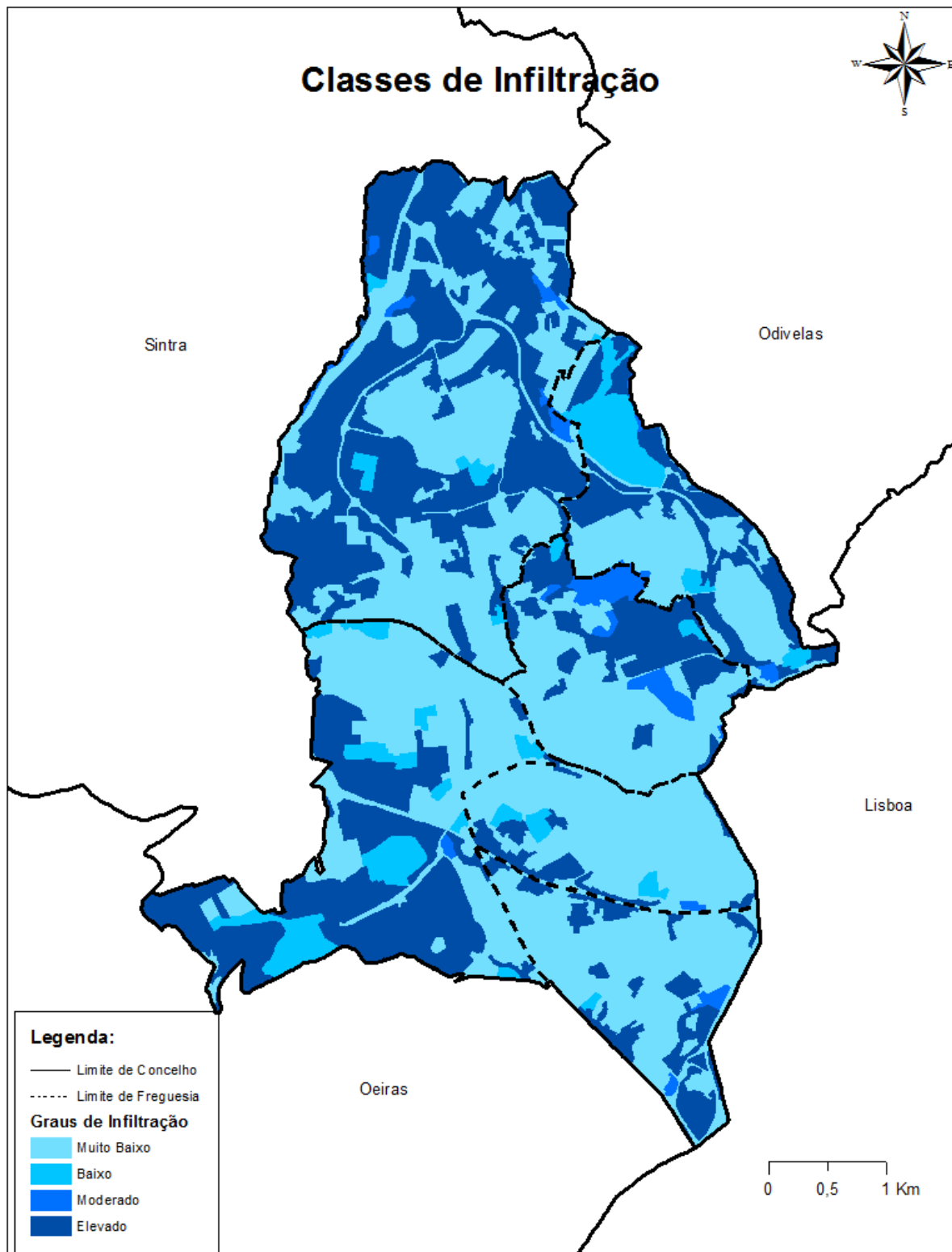
**Quadro 23 – Agrupamento das classes de Uso e Ocupação do Solo para a análise da capacidade de infiltração da água.**

<b>Código</b>	<b>COS - Nível 3</b>	<b>Classes Agrupadas</b>	<b>Grau de Infiltração</b>
111	Tecido urbano contínuo	Tecido Urbano	(0,2) Muito Baixa
112	Tecido urbano descontínuo		
121	Indústria, comércio e equipamentos gerais	Indústria, comércio e equipamentos gerais	(0,2) Muito Baixa
122	Redes viárias e ferroviárias e espaços associados	Redes viárias e ferroviárias e espaços associados	(0,2) Muito Baixa
132	Áreas de deposição de resíduos	Áreas em construção ou de deposição de resíduos	(0,4) Baixa
133	Áreas em construção		
142	Equipamentos desportivos, culturais e de lazer e zonas históricas	Equipamentos desportivos, culturais e de lazer	
141	Espaços verdes urbanos	Espaços verdes urbanos	(0,7) Elevada
211	Culturas temporárias de sequeiro	Área Agrícola	(0,5) Moderada
212	Culturas temporárias de regadio		
242	Sistemas culturais e parcelares complexos		
244	Sistemas agro-florestais (SAF)		
222	Pomares		
223	Olivais		
231	Pastagens permanentes	Pastagens permanentes	(0,6) Elevada
311	Florestas de folhosas	Florestas	(0,6) Elevada
312	Florestas de resinosas		
313	Florestas mistas		
324	Florestas abertas, cortes e novas plantações		
322	Matos	Vegetação arbustiva e herbácea	(0,7) Elevada
321	Vegetação herbácea natural		
323	Vegetação esclerófila		
334	Áreas ardidas		

Às classes agrupadas foi atribuído um grau de infiltração, numa escala de 0 a 1, em resultado de uma ponderação sobre a influência média de cada classe na infiltração da água no solo, a partir das classificações do Soil Conservation Service e da American Society of Civil Engineers (Ramos, 2009).

No caso da Amadora, as classes de uso do solo mais favoráveis à infiltração da água são as dos espaços verdes urbanos, tanto mais que são sujeitos a rega, e da vegetação arbustiva e herbácea semi-natural cuja cobertura do solo é superior à das áreas florestadas por estas serem abertas. No extremo oposto situam-se as áreas construídas ou cujo solo sofreu um processo de compactação.

Atendendo ao tipo de ocupação e uso do solo que é feito dentro dos limites do concelho (COS 2007), pode-se conferir que a infiltração de água é fortemente dificultada em cerca de 45% da área do concelho e em 35% o uso do solo permite uma infiltração elevada (Quadro 22). As áreas que permitem maior infiltração localizam-se no centro-norte e sudoeste do município; já as que se localizam no centro-sul e sudeste, tendem a dificultar mais a infiltração das águas (Figura 36).



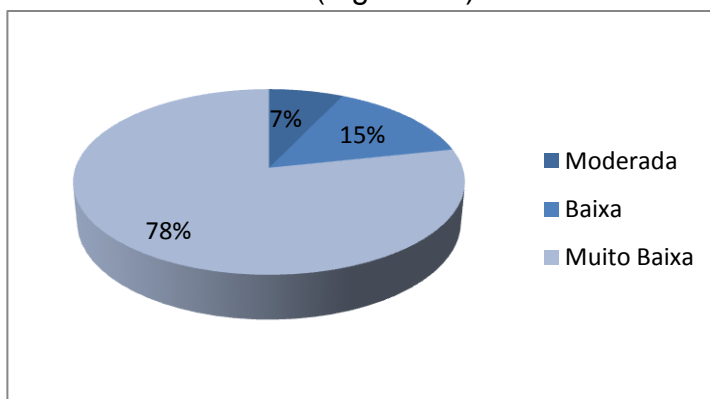
**Figura 36 – Influência do Uso e Ocupação do Solo, em 2007, na infiltração da água no Município da Amadora.**

A carta de permeabilidade composta do concelho (Figura 38) resultou do cruzamento entre as cartas de permeabilidade do substrato geológico (Figura 33) e da carta de influência do uso e ocupação do solo na capacidade de infiltração da água (Figura 36) (Reis, 2011). A permeabilidade composta estruturou-se em 5 classes, tendo por base uma escala de valores entre 0 e 10, sendo 0 o valor de menor permeabilidade e 10 o valor de maior permeabilidade (Quadro 24).

Variáveis que influenciam a Permeabilidade do Município				Permeabilidade Composta do Município	
Classes de Permeabilidade do Substrato Geológico	Escala (1 e 10)	Classes de Inf. do Uso e Ocp. do Solo	Escala (0 e 1)	Classes de Permeabilidade Composta	Escala (0 e 10)
Muito Reduzida	1 a 2	Muito Baixa	0,1 e 0,2	Muito Baixa	0,1 e 2,0
Reduzida	2 a 4	Baixa	0,3 e 0,4	Baixa	2,1 e 4,0
Variável	5	Moderada	0,5	Moderada	4,1 a 5,0
Elevada	6	Elevada	0,6 e 0,7	Elevada	5,1 a 6,9
Muito Elevada	>7	Muito Elevada	>0,8	Muito Elevada	>7

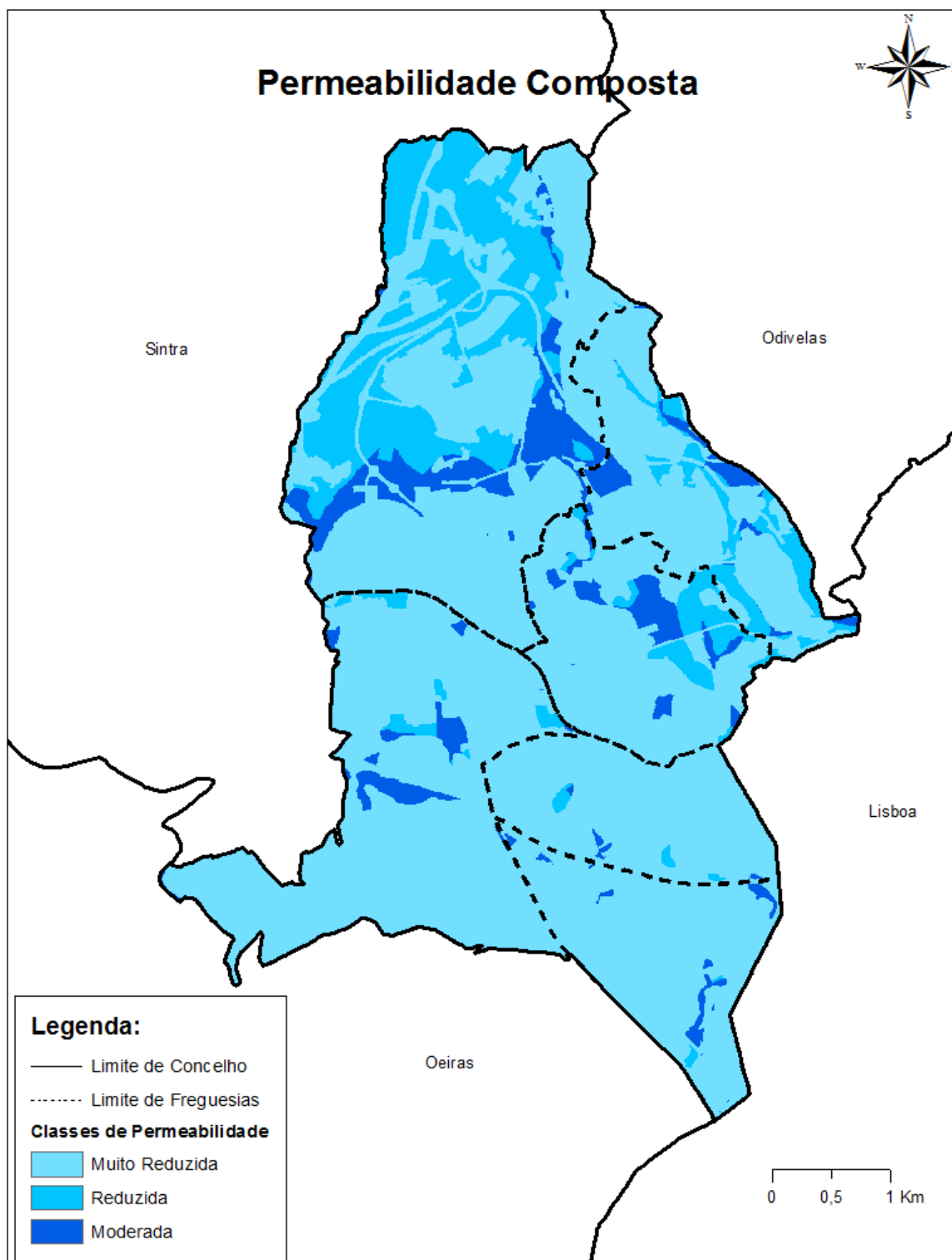
**Quadro 24 – Classificação da permeabilidade composta, e das variáveis que a originaram.**

Cruzando os valores de permeabilidade da zona vadosa, com a influência do uso e ocupação do solo na infiltração, constata-se que 93% do município apresenta condições muito pouco favoráveis à infiltração da água (Figuras 37 e 38). Este facto deve-se, como se viu, não só a condições naturais, mas também a um intenso processo de urbanização. As pequenas áreas que ainda permitem alguma infiltração da água estão dispersas pelo concelho, destacando-se os afloramentos do Cretácico superior pertencentes à Formação da Bica e pequenas áreas aluvionares pertencentes às bacias da R<sup>a</sup> de Alcântara, Rio da Costa e Rio Jamor (Figura 24). Este contexto potencia o escoamento superficial aquando de precipitações intensas, aumentando a probabilidade de ocorrência de inundações urbanas no município. Por outro lado, atendendo a que a Amadora é um município "de montante", de onde partem cursos de água como o Rio



**Figura 37 – Área do município, por classes de permeabilidade composta.**

da Costa / R<sup>a</sup> da Póvoa, R<sup>a</sup> da Alcântara e R<sup>a</sup> de Algés, o aumento do escoamento superficial terá consequências nos concelhos vizinhos, potenciando os caudais das cheias rápidas que por vezes os assolam.



**Figura 38 – Permeabilidade composta do Município da Amadora.**



## 2. Cheias e inundações

A avaliação da susceptibilidade num território consiste na identificação e classificação dos espaços, com tendência para serem atingidos por um determinado fenómeno, em tempo indeterminado. As cartas de susceptibilidade representam a variação espacial de um fenómeno numa área, abstraindo a magnitude e a duração desse mesmo fenómeno, avaliando os factores de predisposição para a ocorrência dos processos perigosos, de forma qualitativa (Julião et. al, 2009).

A integração dos factores de predisposição, baseada na Análise Multi-critério, permite identificar as condições de dinâmica fluvial ao longo dos troços fluviais com diferente susceptibilidade à ocorrência de cheias (Reis, 2011).

Por outro lado, a perigosidade traduz a probabilidade de ocorrência de um fenómeno com uma determinada magnitude, num determinado período de tempo e numa dada área (Zêzere, 2007).

### 2.1. Metodologia

Para a construção do modelo de susceptibilidade à ocorrência de cheias no município, seguiram-se os procedimentos referidos em Reis (2011), tendo-se usado, como software base, o Arcmap 10.1.

Em primeiro lugar, recolheu-se toda a informação necessária (Quadro 25). Em seguida, efectuou-se a junção das várias cartas de cada tema vectorial, de modo a uniformizar cada tema.

**Quadro 25 – Informação de base utilizada no capítulo.**

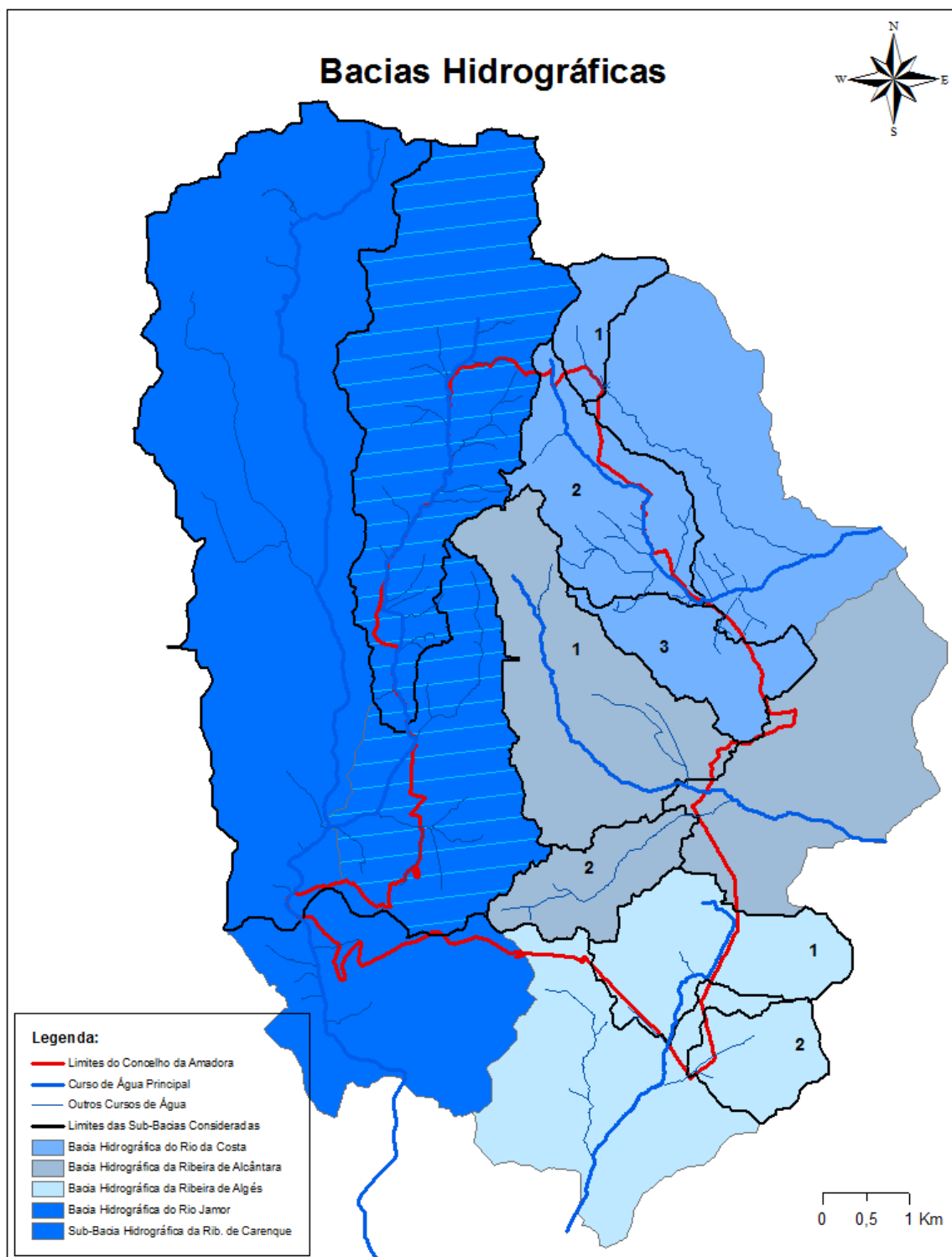
Dados	Fonte
Curvas de Nível (equidistância <= 2m)	CMA
Pontos Cotados	CMA
Curvas de Nível (equidistância 10m)	IGEO
Hidrografia	Própria
Limites Administrativos	CMA
Carta Geológica	SMPCA
Carta Litológica	Própria
Carta de Uso e Ocupação do Solo (1990)	IGEO
Carta de Uso e Ocupação do Solo (2007)	IGEO
Carta de Permeabilidade Composta	Própria
Ortofotomapa	CMA

Após isso, gerou-se um modelo digital de terreno (MDT), através das curvas de nível e pontos cotados, sendo que as curvas de nível, no interior do concelho, apresentam uma equidistância variável (por norma inferior a 2m), ao passo que no exterior do município a equidistância considerada foi de 10m. Foi também necessário corrigir pequenas imperfeições, associadas ao processo de interpolação do MDT, nomeadamente o preenchimento dos chamados “*pit's*” ou depressões rodeadas por áreas de maior altitude. Estas depressões podem por em causa todo o modelo gerado, pois causam enormes distorções na delimitação das bacias hidrográficas, visto que impedem a conectividade entre os diversos sectores da bacia. Deste modo, recorreu-se à ferramenta *Sinks* para a identificação dos locais, e à ferramenta *Fill* para o preenchimento dos mesmos. Assim, todas as depressões involuntárias existentes foram neutralizadas, situação que permitiu reduzir o erro associado ao processo de interpolação.

Posto isto, sobre o MDT corrigido, foi gerada a direcção e acumulação dos fluxos, através das ferramentas *Flow Direction* e *Flow Accumulation*, sendo que nos procedimentos seguintes, apenas foi tido em conta o fluxo acumulado superior a 1400 células, procedimento que permitiu aproximar o detalhe do fluxo acumulado gerado ao detalhe da rede hidrográfica de referência (elaborada no capítulo anterior). Esta rede foi assim utilizada como base para os processos seguintes. O fluxo acumulado, ou seja, a rede hidrográfica (aproximada) foi classificada relativamente à sua hierarquia e magnitude, tendo-se usado a ferramenta *Stream Order*, que efectua estes procedimentos segundo os métodos de Strahler (hierarquia) e Shreve (magnitude).

O fluxo acumulado ainda serviu como base para a determinação das bacias hidrográficas, pois foi essencial para a definição dos *pour points*, pontos que permitem delimitar a área drenada por uma determinada rede de drenagem. Através destes pontos, e da direcção dos fluxos, foi possível determinar, dentro das quatro bacias que drenam o concelho, as respectivas sub-bacias. Neste capítulo, esses pontos, que marcam a secção de referência das bacias de drenagem, foram localizados sobre os limites concelhios, de forma a realizar uma análise precisa à realidade vivida no interior do concelho.

Em função disso, a análise à susceptibilidade das cheias no concelho da Amadora será determinada para 9 pequenas bacias (Figura 39): 3 sub-bacias do Rio da Costa, 2 sub-bacias da R<sup>a</sup> de Algés, 2 sub-bacias da R<sup>a</sup> de Alcântara, bacia do Rio Jamor e sub-bacia da Ribeira de Carenque. Sendo assim, todos os cálculos realizados para cada uma destas bacias foram efectuados tendo em conta a respectiva secção de referência.



**Figura 39 – Bacias hidrográficas consideradas na elaboração da carta de susceptibilidade à ocorrência de cheias do concelho da Amadora.**

Seguidamente, procedeu-se ao tratamento das variáveis declive e permeabilidade. Para se chegar ao declive correcto a introduzir no modelo, foi necessário recorrer a diversos procedimentos. Primeiro calculou-se o declive em graus, através da ferramenta *Slope*, tendo como base o MDT corrigido. Em seguida, utilizando a direcção dos fluxos, foi gerado um fluxo acumulado de declive. Por fim, segundo a seguinte expressão obteve-se o declive médio acumulado:

$$\text{Declive Médio Acumulado} = (\text{Fluxo de Declive Acumulado} / \text{Fluxo Acumulado})$$

No que respeita à permeabilidade (composta), esta foi determinada em função de duas variáveis: a permeabilidade vertical da zona vadosa (Quadro 26) e a influência à infiltração do uso e ocupação do solo. A permeabilidade vertical da zona vadosa foi definida tendo em conta o substrato litológico, em conformidade com o que foi feito em Ramos et. al, (2010).

**Quadro 26 – Determinação da permeabilidade da zona vadosa das bacias hidrográficas.**

Unidades Litológicas		Área (m <sup>2</sup> )	Área (%)	Litologia Agrupada	Permeabilidade da Zona Vadosa (1 a 10)
aluv	Aluviões, aterros	4843377	8,77	Aluviões	7
Qm	Depósitos de Terraços Marinhos	520885	0,94	Dep. Cascalhentos e T. Marinhos	6
(phi)Bf	Formação de Benfica: conglomerados, arenitos e argilitos	2576818	4,66	Formações Detríticas e Carbonatadas do Paleogénico	3
(phi)Bf_a	Formação de Benfica: intercalações calcárias (Calcários de Alfornelos)	114757	0,21		
C2Bi	Formação de Bica: calcários com rudistas (inclui o nível com Neolobites vibrayeanus)	2275020	4,12	Formações Carbonatadas do Cretácico Superior	6
C1CG	Formações de Cabo Raso e de Guincho indiferenciadas: calcários recifais e calcários com Chofatellas e Dasicladáceas	2100959	3,8	Form. Carbonatadas e Detríticas do Cret. Inf/Sup	5
C1Cr	Formação de Cresmina: calcários e margas	5719924	10,35		
C1Ma	Formação de Maceira: margas e calcários	352329	0,64		
C1Re	Formação de Regatão: arenitos, pelitos e dolomitos	999573	1,81		
C1Ro	Formação de Rodízio: pelitos, arenitos e conglomerados	3878197	7,02		
C1RR	Formações de Ribamar e de Ribeira de Ilhas indiferenciadas: calcários, arenitos e pelitos	11292	0,02		
C1SG	Formações de Serradão e de Guia indiferenciadas: calcários, margas e arenitos	2828865	5,12		
C2Cn	Formação de Caneças: calcários e arenitos ("Belasiano")	8759549	15,86		
(beta)1	Complexo Vulcânico de Lisboa	18052274	32,68	Formações Vulcânicas	2

(beta)1 p	Complexo Vulcânico de Lisboa: rochas piroclásticas	1619417	2,93		
ra_ni	Filões de rocha alterada e ou não identificada	61436	0,11		
teralit	Filões e massas de teralito	30862	0,06		
traquib asalt	Filões e massas de traquibasalto	147488	0,27		
vulcindi f	Rochas vulcânicas indiferenciadas	324222	0,59		
basalt	Filões e massas de basalto	25289	0,05		
(gama- delta)	Gabro-diorito de Malveira e Carnaxide	2253	0		

O quadro 26, através de uma escala de valores entre 1 e 10 (quanto mais próximo de 10 mais permeável), ilustra a permeabilidade da zona vadosa definida para cada conjunto litológico. Em seguida, foi necessário definir qual a influência do uso e ocupação do solo na permeabilidade do mesmo. Para isso, usou-se a COS 2007 do IGEO. Sobre as classes da COS definiu-se, numa escala de valores entre 0 e 1, o grau de infiltração da água no solo (Quadro 27).

**Quadro 27 – Grau de infiltração da água, segundo as classes de uso e ocupação no solo.**

<b>Codigo</b>	<b>Classes COS - Nível 3 (2007)</b>	<b>Área (%)</b>	<b>Grau de Infiltração de Água no Solo</b>
111	Tecido urbano contínuo	26,43	Muito Baixo (0,1)
112	Tecido urbano descontínuo	5,12	Muito Baixo (0,2)
121	Indústria, comércio e equipamentos gerais	7,08	Muito Baixo (0,1)
122	Redes viárias e ferroviárias e espaços associados	4,65	Muito Baixo (0,1)
132	Áreas de deposição de resíduos	0,12	Muito Baixo (0,2)
133	Áreas em construção	2,75	Muito Baixo (0,2)
142	Equip. desp. cult. e de lazer e zonas históricas	2,43	Muito Baixo (0,2)
141	Espaços verdes urbanos	1,28	Variável (0,5)
211	Culturas temporárias de sequeiro	0,54	Baixo (0,4)
212	Culturas temporárias de regadio	0,16	Baixo (0,4)
242	Sistemas culturais e parcelares complexos	1,97	Elevado (0,6)
244	Sistemas agro-florestais (SAF)	0,13	Elevado (0,6)
222	Pomares	0,26	Elevado (0,6)
223	Olivais	0	Elevado (0,6)
231	Pastagens permanentes	3,5	Elevado (0,7)
311	Florestas de folhosas	0,96	Muito Elevado (0,8)
312	Florestas de resinosas	5,65	Muito Elevado (0,8)
313	Florestas mistas	7,63	Muito Elevado (0,8)
324	Florestas abertas, cortes e novas plantações	3,78	Elevado (0,6)
322	Matos	19,59	Muito Elevado (0,8)
321	Vegetação herbácea natural	0,24	Muito Elevado (0,8)
323	Vegetação esclerófita	5,41	Muito Elevado (0,8)
334	Áreas áridas	0,32	Muito Elevado (0,8)



Posto isto, através da expressão seguinte, obteve-se a permeabilidade composta de cada bacia.

**Permeabilidade Composta = (Permeabilidade da Zona Vadosa\* Grau de Infiltração do Uso e Ocup. do solo)**

Posteriormente, através da direcção dos fluxos, gerou-se o fluxo acumulado da permeabilidade composta. Em seguida, utilizando esse fluxo acumulado, obteve-se a permeabilidade composta média acumulada através da expressão:

**Permeabilidade Composta Média Acumulada = (Fluxo de Perm.Comp. Acumulada/ Fluxo Acumulado)**

Por último, foi necessário padronizar as três variáveis consideradas (declive médio acumulado, permeabilidade composta média acumulada e o fluxo acumulado), por forma a enquadrar os seus valores numa escala entre 0 e 100. Este procedimento permitiu que as variáveis independentes pudessem ser integradas numa combinação linear ponderada.

**((0,70\*Fluxo Acumulado Padr.)+(0,20\*Permeabilidade Padr.)+(0,10\*Declive Padr.)**

Após a obtenção da carta de susceptibilidade em escala contínua, para as 9 bacias consideradas, reclassificou-se a mesma em quantis, dividindo assim os seus resultados em 4 classes: susceptibilidade Baixa, Moderada, Elevada e Muito Elevada.

## **2.2. Características físicas das bacias de drenagem**

No estudo das cheias numa determinada bacia hidrográfica é necessário ter em consideração os factores que desencadeiam este fenómeno (normalmente de natureza climática), porém também é fundamental analisar os factores condicionantes (de predisposição), uma vez que são estes últimos que definem o grau de suscetibilidade de um determinado território às inundações (Ramos, 2009). Analisaram-se, por isso, as principais características físicas das 9 bacias consideradas (nos Anexos 3,4 e 5 pode conferir-se alguma estatística complementar), dado que são estas

que permitem quantificar os principais factores de predisposição às cheias (Leal, 2012). Recorde-se que, tal como foi referido no ponto anterior, a secção de referência das bacias é o ponto de saída do escoamento fluvial do concelho da Amadora, enquanto, para montante, os limites das bacias coincidem com os seus limites naturais (linhas divisórias de água).

### Geometria

As características geométricas das bacias englobam essencialmente a área, a forma, o perímetro e o comprimento da bacia (aqui considerou-se como critério o comprimento do curso de água principal), sendo que a área (A) e a forma são factores determinantes para a ocorrência de cheias em pequenas bacias hidrográficas (Ramos, 2009). Deles dependem os caudais atingidos, bem como a concentração do escoamento no canal principal.

As 9 bacias que drenam o concelho apresentam uma grande amplitude de variação das respectivas áreas, pois a bacia do Rio Jamor ocupa  $35\text{km}^2$ , ao passo que a de menor dimensão apresenta apenas  $1\text{km}^2$  (Sub-Bacia3 do Rio da Costa). Dentro destes extremos é possível distinguir três conjuntos de bacias: (i) a do Rio Jamor ( $A > 30\text{km}^2$ ), (ii) as da R<sup>a</sup> de Carenque e da R<sup>a</sup> de Alcântara1 (entre 5 e  $15\text{km}^2$ ), (iii) as restantes seis bacias ( $A < 5\text{km}^2$ ). O comprimento das linhas de água principais, que depende essencialmente da área das bacias, acentua a importância do Rio Jamor ( $>10\text{km}$ ) e das Ribeiras de Carenque e Alcântara1 (cuja extensão se situa entre 5 e 10 km) face às restantes (Quadro 28).

A grande maioria das bacias apresenta uma forma alongada (Factor Forma de Horton com valores próximos de 0; Quadro 28), o que não potencia os caudais de cheia. Todavia, o facto de as bacias possuírem uma pequena dimensão aumenta a probabilidade de serem atingidas, em toda a sua área, por uma chuvada intensa, situação que potencia a concentração de escoamentos.

### Rede de Drenagem

A densidade de drenagem das bacias mostra que o concelho da Amadora não é particularmente bem drenado, pois todas apresentam resultados inferiores a  $3\text{km}/\text{km}^2$ .

Por outro lado, tanto a hierarquia (Strahler) como a magnitude (Shreve) mostram redes de drenagem pouco desenvolvidas, com pouca capacidade para gerarem grandes caudais, à exceção das bacias do Rio Jamor (que atinge a 5ª ordem e tem 69 afluentes) e da Rª de Carenque (com ordem 3 e 17 afluentes), (Quadro 29). Estes dados mostram que o município é drenado por redes hidrográficas de pequena dimensão e com poucos afluentes. Contudo, em contexto urbano, com grande impermeabilização dos terrenos e em locais deprimidos, que favorecem, respectivamente, o escoamento superficial e a concentração deste nesses locais, são de salientar as bacias da Rª de Alcântara<sup>1</sup>, Rª de Algés<sup>1</sup> e Rio da Costa<sup>2</sup>, todas com ordem 3 e com mais de 7 afluentes.

### Relevo

No Anexo 5 estão quantificadas várias componentes do relevo das bacias, destacando-se aqui as mais relevantes: a amplitude altimétrica (que influencia a energia potencial da água), o índice de declive de Roche (indicador de inclinação da bacia) e a inclinação média do curso de água principal, os quais influenciam a velocidade do escoamento (Quadro 30).

A amplitude altimétrica não é muito elevada em nenhuma das bacias, o que mostra que não existem relevos de grande imponência, seja no concelho da Amadora, seja na área envolvente, abrangida pelas bacias. Contudo, são de salientar as bacias do Rio Jamor, Rª de Carenque e Rio da Costa<sup>2</sup>, que têm um desnível superior a 200m, o que atendendo à sua pequena dimensão, potencia declives com alguma importância. Isso é particularmente relevante nas três sub-bacias do Rio da Costa e na da Rª de Algés<sup>2</sup>, que têm um índice de declive de Roche > 20m/km. Das linhas de água principais, destacam-se as do Rio da Costa<sup>3</sup> e da Rª de Algés<sup>2</sup> que têm uma inclinação média apreciável (>15%). Em suma, as bacias de menor dimensão possuem inclinações mais elevadas, o que potencia a velocidade de escoamento ao longo das suas linhas de água e a rápida concentração das águas no canal principal. Neste contexto, é de destacar o Rio da Costa<sup>2</sup>.

### Substrato Geológico

Como se mostrou no ponto anterior (Cap. III, Ponto1), a área ocupada pelas bacias é, no geral, pouco permeável, situação que é condicionada quer pela reduzida permeabilidade do subsolo quer pelo grau de impermeabilização dos terrenos, atendendo a que o concelho é essencialmente urbano. Este facto é notório em seis das nove bacias (R<sup>a</sup> de Alcântara 1 e 2, Rio da Costa 1, 2 e 3 e R<sup>a</sup> de Algés 1), as quais conjugam sempre, em mais de metade da sua área, quer um subsolo de permeabilidade baixa quer um grau de urbanização > 50%. A permeabilidade composta mostra, com clareza, a conjugação destes dois factores, pois todas as bacias possuem mais de 90% da respectiva área com uma permeabilidade composta reduzida a muito reduzida (Quadro 31). Este factor explica a grande dificuldade de infiltração da água no concelho, que tem duas consequências importantes: (i) fracas reservas de água subterrânea e (ii) capacidade para gerar um escoamento superficial elevado aquando de precipitações intensas. Em suma, o substrato das bacias e a sua ocupação favorecem a ocorrência de inundações.

**Quadro 28 – Algumas características geométricas das bacias consideradas.**

<b>Geometria</b>	Rio Jamor	Ribeira de Carenque	Ribeira Alcântara1	Ribeira Alcântara2	Ribeira Algés1	Ribeira Algés2	Rio da Costa1	Rio da Costa2	Rio da Costa3
Área (Km <sup>2</sup> )	35,37	10,38	6,04	1,95	3,37	1,58	1,06	3,63	2,21
Comprimento do Curso de Água Principal (Km)	10,68	8,07	5,28	2,83	3,24	1,36	1,71	3,83	1,4
Factor Forma (Horton)	0,31	0,16	0,22	0,24	0,32	0,86	0,36	0,25	1,13

**Quadro 29 – Algumas características da Rede de Drenagem das bacias consideradas.**

<b>Rede de Drenagem</b>	Rio Jamor	Ribeira de Carenque	Ribeira Alcântara1	Ribeira Alcântara2	Ribeira Algés1	Ribeira Algés2	Rio da Costa1	Rio da Costa2	Rio da Costa3
Hierarquia (Strahler)	5	3	3	2	3	2	1	3	3
Magnitude (Shreve)	69	17	11	4	7	4	1	7	5
Densidade de Drenagem (Horton) (km/km <sup>2</sup> )	1,81	1,79	1,89	1,79	2,15	1,8	1,61	2,24	1,94

**Quadro 30 – Algumas características do Relevo das bacias consideradas.**

<b>Relevo</b>	Rio Jamor	Ribeira de Carenque	Ribeira Alcântara1	Ribeira Alcântara2	Ribeira Algés1	Ribeira Algés2	Rio da Costa1	Rio da Costa2	Rio da Costa3
Amplitude Altimétrica (m)	283	235	190	133	159	142	114	231	168
Índice de Declive de Roche (m/km)	8,6	11,93	13,29	16,99	16,29	26,25	21,51	22,08	18,54
Inclinação média do canal principal %	2,28	2,42	4,3	7,85	7,39	17,83	7,26	6,77	18,55

**Quadro 31 – Caracterização da Permeabilidade e ocupação do solo de cada Bacia.**

		Rio Jamor	Ribeira de Carenque	Ribeira Alcântara1	Ribeira Alcântara2	Ribeira Algés1	Ribeira Algés2	Rio da Costa1	Rio da Costa2	Rio da Costa3
<b>Substrato Geológico</b>	Formações de Permeabilidade Baixa e Muito Baixa (%)	28,11	7,67	53,15	75,41	73,68	78,07	63,51	59,41	79,41
	Formações de Permeabilidade Variável (%)	64,79	90,35	22,35	0	14,81	20,38	36,49	34,64	8,55
	Formações de Permeabilidade Elevada e Muito Elevada (%)	7,1	1,97	24,5	24,59	11,51	1,55	0	5,95	12,04
<b>Ocupação do solo</b>	Solo Urbanizado (%)	40,89	36,40	76,75	80,52	65,77	12,18	73,28	55,76	71,40
<b>Permeabilidade Composta</b>	Áreas de Permeabilidade Baixa e Muito Baixa (%)	97,08	99,03	94,53	98,5	99,06	96,49	100	97,19	97,21
	Áreas de Permeabilidade Variável (%)	1,1	0,55	0,65	0	0,94	0,92	0	0,5	0,19
	Áreas de Permeabilidade Elevada e Muito Elevada (%)	1,82	0,42	4,82	1,5	0	2,61	0	2,31	2,6

Em resumo, a análise dos factores de predisposição às cheias mostra que:

(i) o concelho da Amadora se situa numa região de relevo suave, com fracos desníveis e na parte montante de várias bacias hidrográficas, pelo que quer a área quer o sistema de drenagem dessas bacias é ainda pouco desenvolvido. Estes factores desfavorecem a ocorrência de cheias com elevados caudais de ponta. Contudo, a fraca permeabilidade do substrato geológico e o elevado grau de impermeabilização dos terrenos, devido ao intenso processo de urbanização a que o concelho foi sujeito, dificultam a infiltração das águas, favorecendo o escoamento superficial e a acumulação deste em áreas mais deprimidas ou onde existam obstáculos à livre circulação das águas. Este facto, potencia as inundações urbanas em vários pontos do concelho.

(ii) a bacia do Rio Jamor destaca-se das restantes, porque é a que possui a capacidade para gerar cheias rápidas com caudais elevados e algum potencial destruidor, uma vez que atinge mais de 30 km<sup>2</sup> de área, tem mais de 60 afluentes, com uma hierarquização de 5ª ordem, uma amplitude altimétrica superior a 200m e 97% da sua extensão tem uma permeabilidade composta reduzida a muito reduzida. Contudo, o Rio Jamor apenas atravessa uma pequena área no extremo SW do concelho, num fundo de vale pouco ocupado, pelo que o risco relacionado com as suas cheias é baixo.

(iii) depois da do Rio Jamor, destacam-se as bacias da R<sup>a</sup> de Carenque e de Alcântara1 (R<sup>a</sup> da Falagueira), pela sua área e pelo desenvolvimento do sistema de drenagem, e o Rio da Costa 2, que conjuga desnível e declive elevado. Estas linhas de água, como atravessam sectores importantes e densamente ocupados do concelho, são as que podem gerar inundações de alguma importância.

### **2.3. Tempos de concentração e caudais de ponta**

O tempo de concentração ( $T_c$ ), aqui considerado, compreende o período de tempo que demora uma partícula de água a chegar do ponto mais longínquo de cada bacia até ao ponto de saída do município da Amadora (Martins, 2000). O  $T_c$  depende dos fatores de predisposição de cada bacia, dos quais se destacam o comprimento e o declive do curso de água principal (Ramos, 2009). No Quadro 32 estão calculados os

tempos de concentração das nove bacias a partir de vários métodos, com o objectivo de se obter um valor de Tc o mais correcto possível. Independentemente do método de cálculo, todas as bacias apresentam um Tc inferior a 5h30m, atingindo, algumas delas, Tc particularmente baixos, próximos de 30 minutos (Rio da Costa 1 e 3 e R<sup>a</sup> de Algés 2), o que as torna muito favoráveis à ocorrência de inundações. Contudo, dadas as características físicas das bacias referidas no ponto anterior, essas inundações não atingem as magnitudes que se observam nos concelhos vizinhos da Amadora.

Para testar este facto, foram calculados os caudais de ponta das nove bacias através do método de Portela e Dias (2003), método empírico não cinemático (Quadro 33). Os caudais obtidos, quer para períodos de retorno curtos quer longos, não são muito significativos, algo que já seria espectável. A única excepção é o Rio Jamor, que apresenta um maior caudal, aproximando-se a cheia decenal dos 27m<sup>3</sup>/s e a cheia centenária dos 40m<sup>3</sup>/s.

As restantes ribeiras apresentam caudais mais reduzidos, quase todos <10m<sup>3</sup>/s, independentemente do período de retorno, à excepção da R<sup>a</sup> de Carenque e da R<sup>a</sup> de Alcântara1 (que já se tinham destacado na caracterização dos seus factores de predisposição) e que atingem um caudal de ponta de 12 m<sup>3</sup>/s, para a cheia decenal, no caso da primeira, e centenária, no caso da segunda. Note-se que, o caudal de ponta para a cheia centenária da R<sup>a</sup> de Carenque (17 m<sup>3</sup>/s) fica abaixo do valor do caudal de ponta para o período de retorno de 5 anos para o Rio Jamor (22 m<sup>3</sup>/s), o que mostra a diferença entre este curso de água e os restantes.



**Quadro 32 – Tempos de Concentração das Bacias consideradas.**

	Rio Jamor	Ribeira de Carenque	Ribeira Alcântara1	Ribeira Alcântara2	Ribeira Algés1	Ribeira Algés2	Rio da Costa1	Rio da Costa2	Rio da Costa3
Fórmula de Kirpich (h)	2,89	2,27	1,48	0,85	1,1	0,39	0,49	0,92	0,65
Formula de George Ribeiro (h)	4,74	3,58	2,44	1,31	1,47	0,59	0,78	1,72	0,64
Fórmula de Pasini (h)	5,13	3,01	1,64	0,67	0,87	0,33	0,48	0,99	0,36
Fórmula de Ventura (h)	5,01	2,63	1,51	0,63	0,86	0,38	0,49	0,93	0,44
Fórmula de Temez (h)	2,4	1,92	1,25	0,69	0,78	0,34	0,48	0,9	0,34
Fórmula de Giandotti (h)	2,6	1,55	1,57	0,9	1,18	0,92	0,7	0,95	1,36
Média Tempos de Concentração (h)	3,8	2,49	1,65	0,84	1,04	0,49	0,57	1,07	0,63
Tempo de Concentração médio	3h47m	2h29m	1h38m	50m	1h02m	29m	34m	1h04m	37m

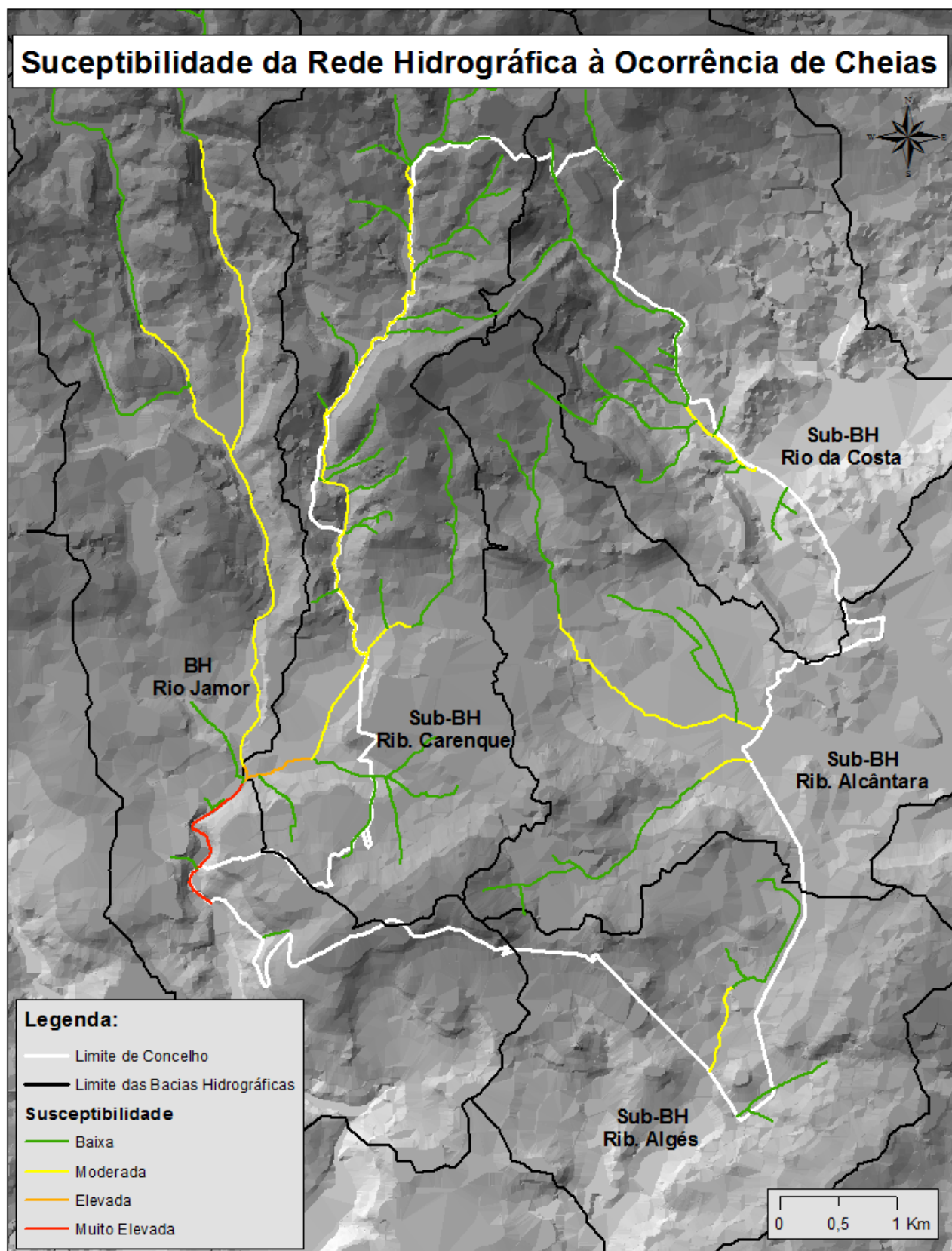
**Quadro 33 – Caudais de ponta e respectivos períodos de retorno das Bacias**

Período de Retorno (anos)	Rio Jamor	Ribeira de Carenque	Ribeira Alcântara1	Ribeira Alcântara2	Ribeira Algés 1	Ribeira Algés 2	Rio da Costa1	Rio da Costa2	Rio da Costa3
5	22,16	9,57	6,6	3,04	4,43	2,64	2	4,66	3,32
10	26,91	11,62	8,02	3,7	5,38	3,2	2,43	5,66	4,03
25	33,24	14,35	9,9	4,57	6,64	3,95	3,01	6,99	4,97
50	35,61	15,38	10,61	4,89	7,12	4,24	3,22	7,49	5,33
100	39,57	17,09	11,79	5,44	7,91	4,71	3,58	8,32	5,92

## **2.4. Modelo de Susceptibilidade às Cheias**

O modelo de susceptibilidade à ocorrência de cheias (Figura 40), gerado através da análise multi-critério, a partir dos procedimentos descritos no ponto 2.1. do Cap. III, mostra que a maior parte dos troços fluviais (77%) tem uma susceptibilidade baixa a este fenómeno. Com uma susceptibilidade moderada (22% do total) destacam-se a R<sup>a</sup> de Carenque e a da Falagueira (troço montante da R<sup>a</sup> de Alcântara), (Quadro 34), e ainda, pequenos troços do Rio da Costa e da R<sup>a</sup> da Algés, junto ao limite nordeste e sudeste do concelho, respectivamente. Com susceptibilidade muito elevada existe apenas um pequeno troço do Rio Jamor que delimita o extremo sudoeste do município (Figura 40 e Quadro 34).

Na classificação da susceptibilidade às cheias, por bacia, no interior do concelho, é de salientar que a classe de susceptibilidade baixa é maioritária em todas elas, à excepção da do Rio Jamor, onde domina a classe muito elevada (Quadro 35). Destaque-se, ainda, o facto de as bacias das ribeiras de Carenque, Alcântara e Algés, possuírem cerca de 1/4 da sua rede (no concelho) com susceptibilidade moderada (Quadro 35).



**Figura 40 – Carta de Suceptibilidade à ocorrência de cheias no município da Amadora.**

**Quadro 34 – Importância de cada bacia nas classes de susceptibilidade às cheias no interior do concelho.**

	Baixa	Moderada	Muito Elevada
Jamor	0,7	0	100
Carenque	39,3	53,3	0
Alcantara	24,7	28,9	0
Algés	6,9	8,6	0
Costa	28,3	9,2	0
Total	100	100	100

**Quadro 35 – Classes de susceptibilidade da rede hidrográfica de cada bacia às cheias, no interior do concelho.**

	Baixa	Moderada	Muito Elevada	Total
Jamor	35,7	0,0	64,3	100
Carenque	72,3	27,7	0,0	100
Alcantara	75,2	24,8	0,0	100
Algés	74,1	25,9	0,0	100
Costa	91,6	8,4	0,0	100

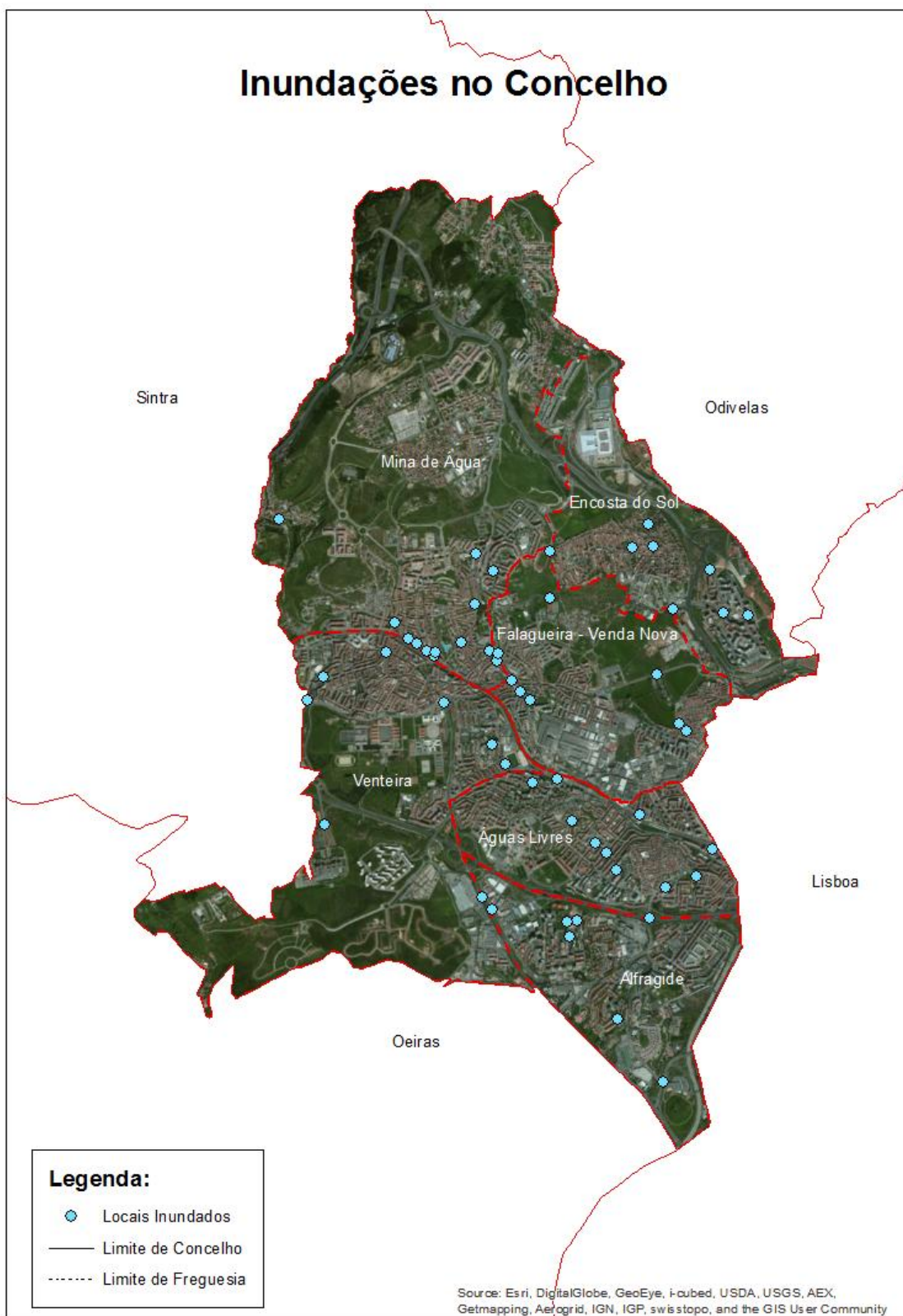
Estes resultados reforçam a tese de que o município não apresenta uma grande predisposição para a ocorrência de cheias de grande magnitude. Para esta situação contribui essencialmente a baixa densidade de drenagem das bacias que drenam o município e, para além disso, a baixa magnitude que os cursos de água principais apresentam. O facto da rede de drenagem ser escassa e de pequena dimensão é o factor determinante para a obtenção destes resultados. Porém, a fraca permeabilidade do concelho e a elevada densificação das áreas construídas favorece o escoamento superficial, embora estes factores não consigam subverter a pouca capacidade da rede hidrográfica gerar caudais de maior dimensão.

Em suma, o concelho da Amadora apresenta maioritariamente uma susceptibilidade baixa à ocorrência de cheias que, se ocorrerem, serão cheias rápidas, atendendo às características físicas das bacias atrás mencionadas. Este facto faz com

que seja prioritária a preocupação com a envolvente aos troços mais susceptíveis, tendo aí uma especial atenção para não promover a densificação de construção em leito de cheia. Neste contexto, salientam-se os troços associados à Ribeira de Alcântara, visto que atravessam áreas bastante urbanizadas e, conseqüentemente, com forte ocupação em torno do leito da ribeira. Para além disso, é também aconselhável que se tenha algum cuidado na construção das novas áreas urbanizadas, pois é necessários que se criem condições a infiltração das águas, nomeadamente com o adequado planeamento de espaços verdes.

### **2.5. Locais inundados: características, distribuição espacial e frequência de ocorrência**

Para a validação do modelo de susceptibilidade às cheias, anteriormente exposto, usaram-se os registos de inundações no concelho, entre 2000 e 2010, cedidos pelo SMPCA. Contudo, como esses registos englobam as inundações devidas às cheias dos cursos de água e as que não são devidas às cheias (por exemplo, as provocadas pela sobrecarga dos sistemas de águas residuais e pluviais ou pela acumulação das águas em locais deprimidos), foi necessário seleccionar apenas os registos que tiveram origem em cheias. Para essa selecção, identificaram-se, para cada local inundado, as causas dessas inundações (factores locais de predisposição). Com o duplo objectivo de simplificar este processo e eliminar situações aleatórias de inundação, foram considerados apenas os locais mais relevantes, ou seja, todos aqueles que possuíssem um registo de dois ou mais eventos de inundação durante o período referido (11 anos). Foram assim detectadas 54 ocorrências (locais inundados), que se distribuem essencialmente pelo sector central e sudeste do concelho, em áreas densamente construídas (Figura 41 e Quadro 36).



**Figura 41 – Localização das ocorrências com dois ou mais eventos de inundação, no concelho da Amadora, entre 2000 e 2010.**

**Quadro 36 – Ocorrências de inundação ordenadas por número de eventos, com indicação da freguesia e morada aproximada.**

Locais Ordenados	Freguesia	Morada
1	Venteira	IC 19 (Acesso Entrada Saída Hospital)
2	Venteira	R. Elias Garcia - Av. Dom Nuno Alvares Pereira
3	Falagueira-Venda Nova	R. Elias Garcia
4	Falagueira-Venda Nova	Estrada da Falagueira
5	Águas Livres	Av. Dom Pedro V
6	Águas Livres	Av. 25 Abril
7	Venteira	R. Correia Teles
8	Encosta do Sol	R. Capitães de Abril
9	Águas Livres	Av. Dom José I
10	Encosta do Sol	R. Municipio - R. Liberdade
11	Mina de Água	Av. Cardoso Lopes - Av. Combatentes Grande Guerra
12	Alfragide	Av. Republica (Estado Maior Força Aérea)
13	Alfragide	Av. Quinta Grande
14	Alfragide	Av. Quinta Grande
15	Águas Livres	R. Padre Cruz
16	Mina de Água	Av. Marques de Pombal - R. Sebastião da Gama
17	Venteira	Av. Dr José Pontes
18	Encosta do Sol	Largo Parreirinha (R. Viana da Mota - R. 25 Abril)
19	Águas Livres	R. Carvalho Araújo
20	Falagueira-Venda Nova	Av. Brasil
21	Falagueira-Venda Nova	R. Florbela Espanca - R. Óscar Monteiro Torres
22	Águas Livres	Av. Dom João V
23	Mina de Água	Estrada das Águas Livres
24	Falagueira-Venda Nova	Av. General Humberto Delgado - Av. Miguel Bombarda
25	Alfragide	Av. Dom Luis
26	Mina de Água	R. Cândido Reis - R. Bombeiros Voluntários
27	Mina de Água	Av. Miguel Bombarda
28	Águas Livres	R. Teófilo Braga
29	Venteira	Estrada Velha de Queluz - Pr. Dom João I
30	Mina de Água	Av. Movimento das Forças Armadas
31	Mina de Água	Av. General Humberto Delgado - Cerrado da Bica
32	Alfragide	R. Alfredo da Silva
33	Venteira	Av. Ceuta
34	Mina de Água	Av. Pedro Álvares Cabral
35	Mina de Água	R. 9 de Abril - Av. Cardoso Lopes
36	Alfragide	Praceta do Comércio
37	Mina de Água	R. Francisco Bugalho - C. São Brás
38	Águas Livres	Largo Alexandre Gusmão
39	Mina de Água	Av. Cardoso Lopes
40	Encosta do Sol	R. Bento Jesus Caraça
41	Mina de Água	Prct. Gomes Eanes Zurara - Prct. Alexandre Oneil
42	Águas Livres	Av. República
43	Venteira	R. Gonçalves Ramos
44	Mina de Água	Av. Cardoso Lopes - Estação CP Amadora
45	Encosta do Sol	Av. Ruy Luis Gomes
47	Falagueira-Venda Nova	R. das Indústrias
48	Falagueira-Venda Nova	Estrada dos Salgados
49	Encosta do Sol	Prct. Garcia Resende
50	Falagueira-Venda Nova	R. Professor Egas Moniz
51	Alfragide	Estrada Nacional 117
52	Encosta do Sol	R. Seara de Trigo
53	Alfragide	Rua Quinta do Paizinho – Estrada Zambujal

54	Águas Livres	R. José Mergulhão
55	Falagueira-Venda Nova	Estrada da Brandoa

A identificação das causas das inundações teve como base o ortofotomapa de 2009 (CMA) e a análise à morfologia envolvente a cada local, apoiada por levantamento de campo. Foram consideradas oito causas de inundação, cuja terminologia se baseou, em parte, em Oliveira (2003), assim identificadas:

(i) uma associada à rede hidrográfica, ou seja, às cheias (A);

(ii) cinco devidas às características da malha urbana (B – localização em praça/largo ou rotunda encaminhadora do escoamento, C – localização em praça/largo ou rotunda receptora do escoamento, D – localização no cruzamento de Ruas ou Avenidas canalizadoras do escoamento, E – avenida/rua receptora de escoamento ou local receptor dos escoamentos da própria rua, F – proximidade de barreiras artificiais ao sentido do escoamento);

(iii) uma causa devida a áreas deprimidas artificialmente (G);

(iv) causas não especificadas (H).

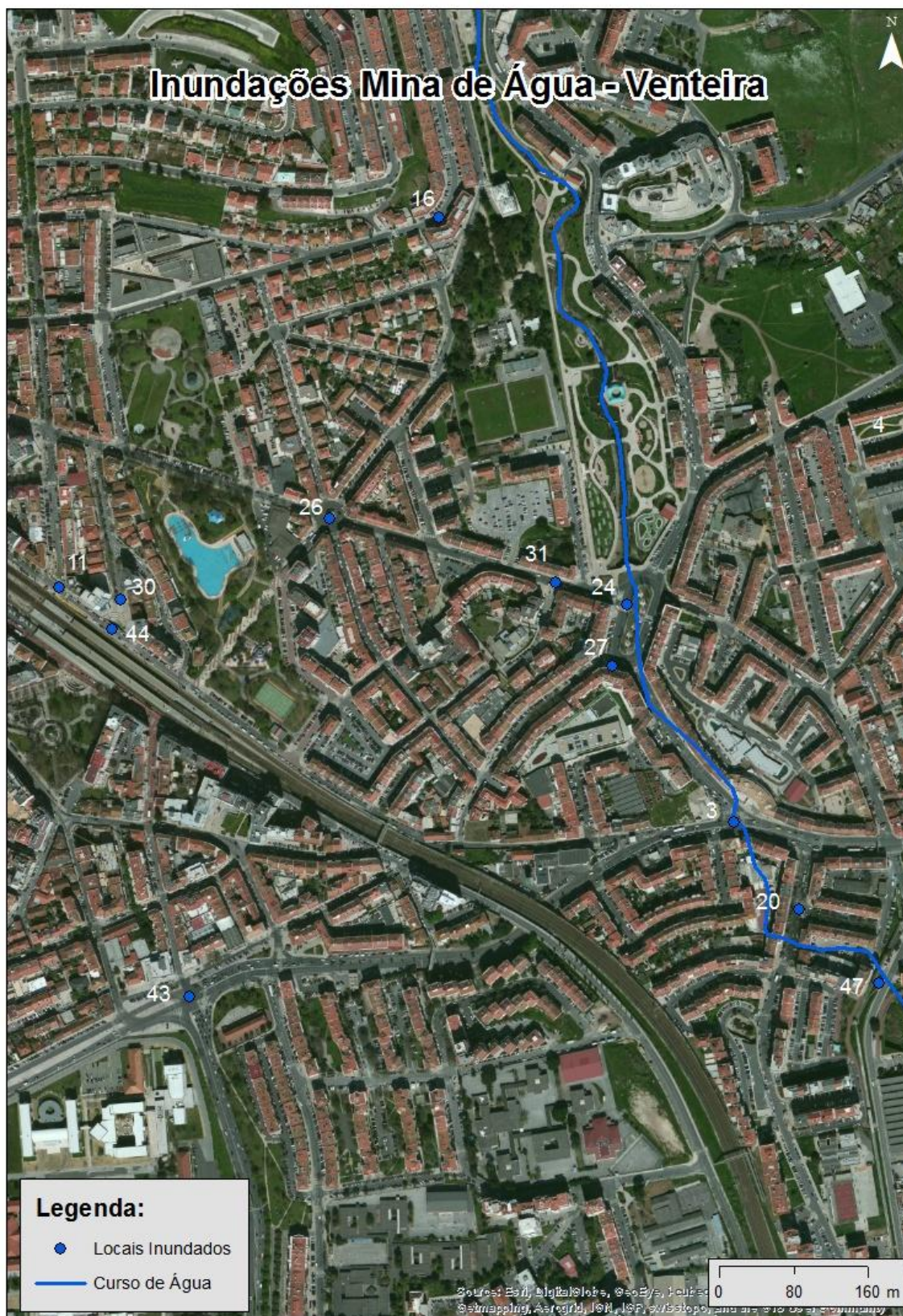
Após a identificação das causas de inundação das 54 ocorrências, percebeu-se que apenas 5 dessas ocorrências estavam relacionadas com cheias. O facto da maior parte dos locais inundados não estar relacionado com cheias mostra, por si só, a extrema importância dos factores antrópicos, nomeadamente a densificação da construção, com a consequente impermeabilização dos terrenos e a criação de obstáculos à circulação das águas. Os cinco locais relacionados com as cheias (todos localizados nas freguesias de Mina de Água e Falagueira-Venda Nova) foram utilizados para a validação do modelo de susceptibilidade, o qual engloba 80% desses locais (4 em 5). Estes surgem a menos de 40 metros do leito de um curso de água principal, sendo que três deles coincidem com troços fluviais de susceptibilidade moderada e o outro com um troço de susceptibilidade baixa. O local associado às cheias, que não coincidiu com o modelo, possui características que permitem perceber facilmente essa situação. Situa-se numa estrada que corta uma vertente ao longo da qual escoam diversos afluentes da Ribeira de Alcântara. O escoamento desses afluentes ao chegar a essa via é encaminhado por ela para um local mais deprimido onde as águas se



acumulam. A distância linear entre esse local e o troço fluvial mais próximo (de susceptibilidade baixa) é assim algo distante (aproximadamente 120m).

Nas ocorrências associadas às cheias, observa-se que esses locais têm, por norma, as linhas de água encanadas. No caso dos locais 24 e 27 (Figura 42), por exemplo, constata-se que estes se localizam logo após o encanamento da ribeira. Isso pode indicar que, em eventos de precipitação mais intensa, o colector pode não conseguir dar vazão ao caudal da ribeira. Note-se que, recentemente, foram efectuadas alterações à canalização, no sentido de tentar solucionar esse problema.

Por vezes, as inundações devidas às cheias congregam também outros factores que potenciam a sua ocorrência. É o caso do local 47 (Figura 42), onde o efeito de bloqueio das águas provocado pelo muro do aqueduto, numa área particularmente deprimida aumenta a frequência das inundações.



**Figura 42 – Localização de alguns casos típicos de inundação no concelho.**



A análise das características dos 54 locais seleccionados mostrou também que a causa mais importante das inundações é a causa E, a qual é a única explicação encontrada para 26% dos locais inundados no concelho. Este tipo de inundação deve-se à confluência de escoamentos para uma rua (receptora), proveniente de outras ruas ou apenas resultante da concentração da própria rua (ex: locais 16, 20 e 31 na Figura 42). Nestes locais dá-se, muitas vezes, a acumulação de resíduos que acabam por entupir os sistemas de drenagem, potenciando a magnitude e frequência dos eventos.

Contudo, o alagamento de cada local resulta, na maior parte dos casos, de uma combinação de diversas causas (Quadro 37). Vejam-se, por exemplo, os casos dos locais 2 e 5 (Quadros 36 e 37). O local 2 registou a maior frequência de inundações entre 2006-10 (15 vezes, Quadro 37). O local encontra-se no cruzamento de ruas (causa D), duas das quais, devido ao seu forte declive, canalizam o escoamento superficial, até ao referido cruzamento, onde se encontram com outra via receptora desse escoamento (causa E), devido à sua localização numa área deprimida (Figura 43). Como se pode observar, a área envolvente ao local é densamente urbanizada, estando completamente impermeabilizada, e com um declive considerável, o que facilita, aquando de chuvadas intensas, a formação e velocidade do escoamento superficial, alagando rapidamente o referido cruzamento.



**Figura 43 – Envoltente do Local inundado nº2 (assinalado com a seta). Foto de Julho de 2013.**

O local 5 conjuga três causas (Figura 44): situa-se numa avenida receptora de escoamento (E), numa área artificialmente deprimida (G) e, ainda, com barreiras artificiais ao sentido do escoamento (F). Para este local convergem ruas de acentuado declive, que canalizam o escoamento das águas, o qual não só se concentra numa área deprimida (rua receptora e túnel), mas que também é bloqueado por diversos

obstáculos que se encontram na envolvente ao local, nomeadamente, a linha férrea o aqueduto das águas livres e ainda um viaduto. Estes factores conjugados acabam por conferir ao local uma frequência de inundação muito elevada, para além de potenciar a magnitude dos eventos (Figura 45).



**Figura 44 – Local inundado nº 5 (Julho de 2013).**



**Figura 45 – Pormenor do local inundado nº 5: evento de 29-4-2011 (Fonte: SMPCA).**

**Quadro 37– Caracterização dos Locais inundáveis no concelho, com registo de mais de duas inundações entre 2000 e 2010.**  
**Legenda: A – ligação à rede hidrográfica; B – localização em praça/largo ou rotunda encaminhadora do escoamento; C – localização em praça/largo ou rotunda receptora do escoamento; D – localização no cruzamento de Ruas ou Avenidas canalizadoras do escoamento; E – avenida/rua receptora de escoamento ou local receptor dos escoamentos da própria rua; F – proximidade de barreiras artificiais ao sentido do escoamento; G - áreas deprimidas; H - causas não especificadas.**

Causas das Inundações no Município										Frequência de Inundação			
Locais	A	B	C	D	E	F	G	H	Tipo de causa por local	Nº de inundações (2000-05)	Nº de inundações (2006-10)	Nº de inundações (2000-10)	Nº de inundações/Ano
1			x						C	30	0	30	2,7
2				x	x				D+E	13	15	28	2,5
3				x	x				D+E	11	13	24	2,2
4					x				E	14	10	24	2,2
5					x	x	x		E+F+G	15	6	21	1,9
6					x	x			E+F	13	4	17	1,5
7				x					D	7	9	16	1,5
8					x	x			E+F	11	3	14	1,3
9					x				E	12	2	14	1,3
10					x				E	9	4	13	1,2
11				x	x	x			D+E+F	7	5	12	1,1
12							x		G	5	7	12	1,1
13				x					D	8	3	11	1
14					x				E	8	3	11	1
15								x	H	5	6	11	1
16					x				E	7	3	10	0,9
17					x	x			E+F	6	4	10	0,9
18				x	x				D+E	8	2	10	0,9
19					x				E	3	7	10	0,9

20				x				E	4	5	9	0,8
21			x		x			D+F	0	9	9	0,8
22							x	H	4	5	9	0,8
23			x		x			D+F	4	4	8	0,7
24	x							A	3	5	8	0,7
25				x				E	4	4	8	0,7
26			x					C	0	7	7	0,6
27	x							A	2	5	7	0,6
28				x				E	5	2	7	0,6
29			x		x			D+F	0	7	7	0,6
30				x	x			E+F	4	2	6	0,5
31				x				E	4	2	6	0,5
32				x				E	6	0	6	0,5
33				x	x			E+F	4	2	6	0,5
34			x	x				D+E	2	3	5	0,4
35			x	x	x			D+E+F	2	3	5	0,4
36				x	x			E+F	0	5	5	0,4
37	x		x					A+D	5	0	5	0,4
38				x	x			E+F	3	2	5	0,4
39				x	x			E+F	4	0	4	0,4
40			x	x	x			D+E+F	2	2	4	0,4
41				x	x			E+F	4	0	4	0,4
42				x				E	4	0	4	0,4
43			x	x				D+E	2	2	4	0,4
44							x	G	3	0	3	0,3
45			x					C	2	1	3	0,3
47	x				x	x		A+F+G	3	0	3	0,3
48	x			x	x			A+E+F	2	1	3	0,3

49					x	x			E+F	2	1	3	0,3
50					x				E	0	3	3	0,3
51					x				E	3	0	3	0,3
52					x	x			E+F	0	3	3	0,3
53		x							B	0	3	3	0,3
54					x	x			E+F	2	0	2	0,2
55					x	x			E+F	0	2	2	0,2
Total	5	1	3	14	36	21	4	2	Total	279	195	474	

Em resumo, as causas das inundações, associadas ao tecido urbano, destacam-se, claramente, das restantes, em especial as ruas receptoras de escoamento, quer pela acumulação das águas provenientes de várias vias inclinadas que desembocam naquelas, quer pela acumulação das águas provenientes dos extremos opostos da rua no troço mais deprimido da mesma (E). Esta situação afecta 69% dos locais alagados. Saliente-se que, no caso das vias receptoras, a topografia pré-existente, ou seja, a sua localização em áreas deprimidas com fracos declives, envolvidas por outras com declives apreciáveis, tem um papel fundamental na explicação da grande frequência de inundações destes locais. Seguem-se as barreiras artificiais ao sentido do escoamento (F), sejam estas, muros, prédios, aquedutos, linhas ferroviárias ou outros, que ocorre em 41 % dos locais inundados (Quadro 38).

A quantidade de locais alagados em ruas receptoras de escoamento (E) bem como os devidos a barreiras artificiais (F) distribui-se um pouco por todas as freguesias (Quadro 38). Na freguesia de Mina de Água, pode conferir-se, por exemplo, que o maior número de barreiras artificiais está directamente relacionado com o corte do sentido de escoamento, provocado pela linha ferroviária que atravessa a freguesia no seu sector sul.

A confluência de escoamentos em cruzamentos entre ruas ou avenidas (D) é outra causa que surge com alguma preponderância no concelho (em 26% dos locais). Aparece, muitas vezes, conjugada com bloqueios artificiais ao sentido do escoamento (F) ou/e com as ruas receptoras (E).



**Quadro 38 – Distribuição, por freguesia, dos locais inundados e suas das causas (2000-2010).  
 Legenda: A – ligação à rede hidrográfica; B – localização em praça/largo ou rotunda encaminhadora do escoamento; C – localização em praça/largo ou rotunda receptora do escoamento; D – localização no cruzamento de Ruas ou Avenidas canalizadoras do escoamento; E – avenida/rua receptora de escoamento ou local receptor dos escoamentos da própria rua; F – proximidade de barreiras artificiais ao sentido do escoamento; G - áreas deprimidas; H - causas não especificadas.**

Causa	Mina de Água	Venteira	Encosta do Sol	Águas Livres	Alfragide	Falagueira-Venda Nova	Total
A	2					3	5
B					1		1
C	1	1	1				3
D	5	4	2		1	2	14
E	8	4	6	8	5	6	38
F	6	3	4	4	1	4	23
G	1			1	1	1	4
H				2			2
Conjugação Típica	EF	DE   EF	EF	E	E	E	E   EF

O concelho da Amadora registou no período analisado (2000-10) 477 inundações, ou seja, uma média de 1,8 ocorrências por quilómetro quadrado ao longo de um ano, o que ilustra uma apetência significativa para este fenómeno. As inundações afetam todas as freguesias, embora a sua incidência espacial seja bastante distinta (Quadro 39).

A freguesia de Águas Livres destaca-se, claramente, das restantes, por ter uma densidade de 4 ocorrências/km<sup>2</sup>/ano, atingindo 100 inundações em 10 locais inundados, no período considerado, tendo apenas sido ultrapassada, pelas freguesias mais extensas do concelho: Venteira (no nº de inundações) e de Mina de Água (no nº de locais inundados), (Quadro 40).

No sentido de definir o grau de perigosidade das inundações no concelho (localização espacial e intensidade do fenómeno, aqui traduzida pela frequência de ocorrência num dado período de tempo), dividiram-se os locais em quatro classes, a saber (Quadro 40, 41 e Figura 46):

- classe 1 (perigosidade baixa), < 5 inundações / década
- classe 2 (perigosidade moderada), de 5-9 inundações / década
- classe 3 (perigosidade elevada), de 10-19 inundações / década
- classe 4 (perigosidade muito elevada): ≥ 20 inundações / década

A classificação de cada local consoante o seu grau de perigosidade mostra que 72% do total possuem uma perigosidade baixa a moderada, distribuindo-se por todas as freguesias, com destaque para a freguesia da Mina de Água (Quadro 40 e Figura 46); 20% dos locais têm uma perigosidade elevada, sendo que 6 (de um total de 10) se localizam nas freguesias de Águas Livres e Alfragide. Apenas 8% (4 locais) atingem uma perigosidade muito elevada. Destes, saliente-se o caso curioso do local 1, ou seja, a rotunda junto ao hospital Amadora-Sintra (freguesia da Venteira), que registou a frequência máxima de inundações (trinta), apenas entre 2000 e 2005 (Quadro 37), uma vez que foi posteriormente intervencionado no sentido de evitar o seu alagamento exactamente no acesso ao hospital. Dos restantes três locais de perigosidade muito elevada (locais 2,3 e 4), um situa-se na freguesia da Venteira e dois na de Falagueira-Venda Nova (Figura 46). Estes quatro locais (dois por freguesia) acabam por ter uma importância muito significativa, pois concentram mais de metade das inundações da respectiva freguesia.

**Quadro 39 – Frequência de ocorrência das inundações por freguesia (2000 - 2010).**

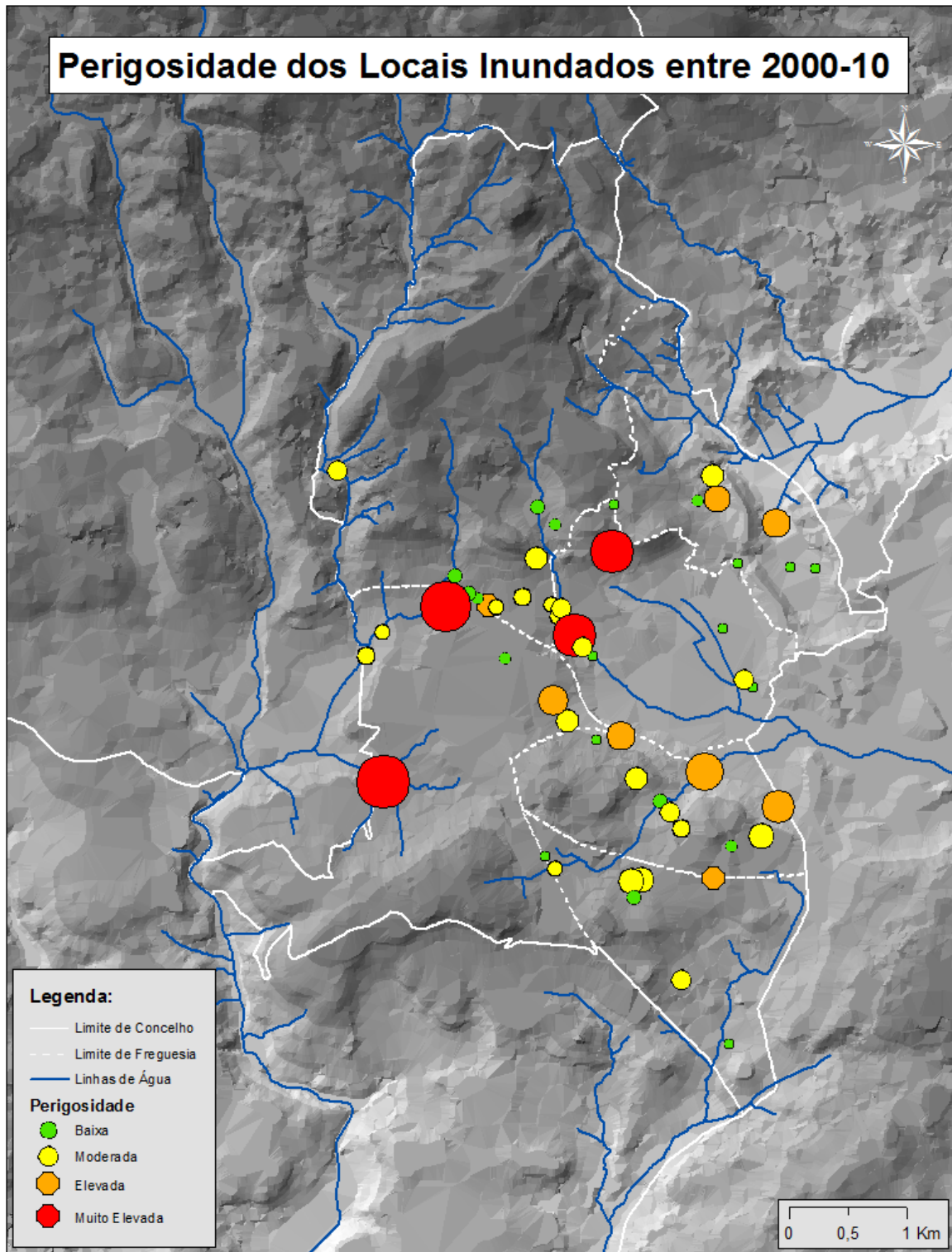
Freguesias	Área das Freguesias (km <sup>2</sup> )	Locais Inundados (2000-10)	Frequência de Inundação			Densidade de ocorrências/km <sup>2</sup> /ano
			2000-05	2006-10	2000-10	
Mina de Água	8,09	13	48	34	82	0,92
Venteira	5,31	7	62	39	101	1,73
Encosta do Sol	2,8	6	32	15	47	1,52
Aguas Livres	2,21	10	66	34	100	4,11
Alfragide	2,51	8	34	25	59	2,14
Falagueira-Venda Nova	2,86	9	37	48	85	2,7
<b>Total</b>	<b>23,78</b>	<b>54</b>	<b>279</b>	<b>195</b>	<b>474</b>	<b>1,81</b>

**Quadro 40 – Classes de perigosidade de inundação por freguesia (2000-2010).**

Nº de Locais Inundados   Frequência de ocorrência (2000-10)					
Freguesias	Muito Elevada	Elevada	Moderada	Baixa	Total - Freguesia
Mina de Água	0 0	1 12	6 44	6 26	13 82
Venteira	2 58	1 16	3 23	1 4	7   101
Encosta do Sol	0 0	2 27	1 10	4 13	7   50
Águas Livres	0 0	4  63	3 26	3 11	10   100
Alfragide	0 0	3 34	2 14	3 11	8   59
Falagueira-Venda Nova	2 48	0 0	3 26	4 11	9   85
<b>Total</b>	<b>4 106</b>	<b>11 152</b>	<b>18 143</b>	<b>21 76</b>	<b>54 477</b>

**Quadro 41 – Correspondência entre as Causas e a Perigosidade dos Locais Inundados. Legenda: A – ligação à rede hidrográfica; B – localização em praça/largo ou rotunda encaminhadora do escoamento; C – localização em praça/largo ou rotunda receptora do escoamento; D – localização no cruzamento de Ruas ou Avenidas canalizadoras do escoamento; E – avenida/rua receptora de escoamento ou local receptor dos escoamentos da própria rua; F – proximidade de barreiras artificiais ao sentido do escoamento; G - áreas deprimidas; H - causas não especificadas.**

Causa/Perigosidade	Muito Elevada	Elevada	Moderada	Baixa	Total
A			2	3	5
B				1	1
C	1		1	1	3
D	2	3	4	5	14
E	3	8	10	16	37
F		4	6	12	22
G		2		2	4
H		1	1		2
Total	6	18	24	40	88
Conjugação Típica	D E (2x)	E (3x)	E (7x)	EF (9x)	EF (13x) e E (14x)



**Figura 46 – Carta da perigosidade dos locais inundados no município entre 2000-10..**

Por exemplo, como foi amplamente confirmado ao longo do trabalho, o concelho não é especialmente propício à ocorrência de cheias. Esta situação é mais uma vez confirmada, pois os locais cujas inundações são devidas às cheias enquadram-se nas classes de perigosidade moderada e baixa. Ou seja, a probabilidade de ocorrência de cheias nos 5 locais considerados não é muito significativa.

Segundo os resultados obtidos, o cruzamento de ruas ou avenidas canalizadoras do escoamento (causa D) pode ter perigosidades distintas, dependendo do declive das ruas envolventes. As inundações em ruas receptoras de escoamento (causa E), destacam-se na explicação dos locais de perigosidade baixa a moderada. Porém, em conjugação com outros factores podem ter perigosidades diferentes. Por outro lado, os locais que congregam bloqueios artificiais ao sentido do escoamento, surgem maioritariamente associados a uma perigosidade baixa.

A análise da distribuição espacial dos locais inundados e das suas causas, bem como da frequência da sua inundação deve constituir uma informação importante para o município, no sentido de orientar as intervenções a efectuar no sistema de drenagem. Essas intervenções têm como objectivo minorar o problema das inundações ou mesmo resolvê-lo. De facto, no concelho da Amadora, foram efectuados alguns trabalhos que terão levado ao desaparecimento das inundações em alguns locais entre os períodos de 2000-05 e 2006-10 (Quadro 37). Essas intervenções ocorreram em dois locais e iniciaram-se ou reataram-se noutros três. O caso mais evidente é o já mencionado local 1, junto ao hospital.

Noutro sentido (aumento da frequência das inundações nos anos mais recentes), dá-se como exemplo os locais 21 e 50 (Quadro 37 e Figura 48). Estes locais possuem uma envolvente propícia à ocorrência de inundações, uma vez que o escoamento proveniente do sector nordeste (mais elevado) é canalizado ao longo das ruas até esses locais. Algumas das entradas das residências atestam este facto, pois possuem pequenas comportas amovíveis (Figura 47). Nestes locais, encontram-se vários colectores, que aparentemente tinham resolvido o problema. Contudo, as obras de conclusão do troço do IC-17 entre a Buraca e a Pontinha, iniciadas em Junho de 2008 e concluídas em Abril de 2011 (na Figura 48 já concluídas), facultaram

sedimentos que foram transportados pelas águas para os locais 21 e 50, aproveitando o declive acentuado e a disposição de algumas ruas no sentido Este-Oeste (ex: Rua Florbela Espanca, a Oeste, do local 21, Figura 48, o mais exposto à chegada das águas e, por isso mesmo, o mais frequentemente inundado). Para além disso, a quantidade de sedimentos transportada varia obviamente em função da quantidade de precipitação, algo que entre 2008 e 2010 foi também potenciado pela ocorrência de meses particularmente chuvosos. Em suma, a alteração temporária ou permanente das áreas envolventes aos locais propícios à ocorrência de inundações pode ser determinante para perceber a variação da sua frequência de ocorrência.



**Figura 47 – Porta de entrada de uma das casas, da Rua Oscar Monteiro Torres. (Agosto de 2013).**





**Figura 48 – Caso dos Locais nº 21 e 50.**



## CONCLUSÃO

O município da Amadora, enquadra-se no clima temperado mediterrâneo, no chamado "tipo marítimo de transição" (Daveau et. al. 1987). A precipitação, atinge um valor médio de 740 mm/ano (período 1950-2010), embora varie, no território concelhio, entre 700 mm e 920 mm/ano, dependendo da disposição do relevo. As áreas mais chuvosas situam-se nos extremos Norte e Sul do município, respectivamente nas Serras de Mira e de Carnaxide. Em contraste, os locais mais deprimidos tendem a registar os menores valores de precipitação média anual, registando-se o valor mínimo no vale do Rio da Costa (Encosta do Sol). Nos sessenta anos analisados constatou-se uma grande variabilidade das precipitações, com extremos anuais > 1000mm (em 7 anos) e < 400mm (em 4 anos). À escala mensal, foi possível constatar que metade dos meses do ano se encontram a perder precipitação (Dezembro a Março, Junho e Agosto), enquanto Abril e Outubro registam uma tendência de aumento.

No que respeita à temperatura, verifica-se que o concelho tem um ambiente térmico ameno, espelhado pela temperatura média anual de 16°C (período 1951-2010) e uma amplitude térmica anual de 12°C (Janeiro é o mês mais frio, com cerca de 10°C e Agosto o mês mais quente com cerca de 22°C). Os dados de temperatura média anual mostram que, os últimos trinta anos, são mais quentes do que os anteriores, registando-se uma subida de aproximadamente 1°C. Já a nível mensal, destaque para a ligeira tendência de subida registada em todos os meses. Esta situação pode configurar invernos mais amenos, mas primaveras, verões (nomeadamente Agosto) e outonos mais quentes, levando a um potencial risco climático relacionado com as vagas de calor e a uma maior perda de água para a atmosfera pelo aumento da evapotranspiração.

Embora com um balanço hidrológico anual negativo, perdendo, através da evapotranspiração, cerca de 70% da água que recebe da precipitação, o concelho da Amadora tem sete meses com balanço hídrico positivo, dos quais, cinco (Dezembro a Abril), de superávit.

A proximidade do concelho das fachadas ocidental e meridional da península de Lisboa, banhadas pelo oceano, confere-lhe uma humidade relativa média mensal relativamente elevada (acima de 70%), ainda que com grandes amplitudes de variação (entre 22% e 98%). O nevoeiro não é muito frequente no território do concelho, pois os nevoeiros de advecção, que afectam o litoral oeste da península de Lisboa, raramente penetram até à Amadora. Apenas os nevoeiros de irradiação podem afectar, esporadicamente, os fundos de vale das ribeiras principais.

Relativamente à orientação do vento de gradiente, a região onde se enquadra o município apresenta claramente uma dominância dos rumos de N e NW. É no período de Inverno, que o vento atinge maior velocidade, sendo mais comum que os valores máximos se registem aquando de dominâncias de N, NW e W. As velocidades mais reduzidas tendem, por norma, a registarem-se quando o vento provém de SE. Assim sendo, o concelho apresenta um potencial eólico a explorar, nomeadamente nas serras de Mira e Carnaxide.

A nível de radiação solar global, o município enquadra-se numa das regiões com maiores valores no País (atinge cerca de 155 Kcal/cm<sup>2</sup>/ano), o mesmo acontecendo com a insolação, registando mais de 2500 horas por ano. É de destacar que o concelho tem uma boa exposição solar, uma vez que as vertentes soalheiras (octantes S, SE e SW) ocupam 41 % da área total e as vertentes com exposições intermédias (octantes W e E) 25%. Este facto, confere-lhe também um bom potencial de utilização da energia solar (telhados e fachadas dos edifícios).

A análise da terceira dimensão do concelho (relevo) mostra que ele é constituído por quatro unidades de maior destaque: as serras de Mira e Carnaxide, o planalto de Mina de Água e a depressão na parte central do município. Estas 4 unidades, embora se diferenciem claramente no contexto municipal, a nível regional apresentam pouca relevância. A Serra de Mira, no sector Norte, atinge apenas 273m de altitude, valor máximo no interior do concelho. Em geral, os declives são fracos a moderados, pois em mais de metade do território não atingem 10%.

O substrato geológico do concelho é dominado pelas formações do Cretácico (76% da área total), das quais se destacam as de origem vulcânica (52% da área total),

sendo as restantes sedimentares, compostas, no essencial, por complexos detríticos e carbonatados. Este contexto litológico implica uma fraca permeabilidade do subsolo, pois as formações vulcânicas encontram-se muito alteradas (argilizadas) e os complexos sedimentares possuem margas e argilas, o que dificulta a infiltração das águas. Por outro lado, a intensa urbanização do concelho é responsável por um processo acentuado de impermeabilização dos terrenos. A conjugação destes dois factores leva a que 93% da área do município não tenha condições favoráveis à infiltração das águas.

Esta situação favorece a ocorrência de inundações, embora que de fraca magnitude, uma vez que o concelho é drenado pelos sectores montante de quatro pequenas bacias hidrográficas (Jamor, Falagueira / R<sup>a</sup> de Alcântara, Rio da Costa / R<sup>a</sup> da Póvoa e R<sup>a</sup> de Algés). Este posicionamento nos setores-montante destas bacias contribui e muito para os resultados de baixa susceptibilidade do concelho ao fenómeno das cheias. Esta situação leva, em muitos casos, a que a ocupação em leito de cheia passe a ser usual, para além de, muitas vezes, a canalização destes cursos de água não ter em consideração os episódios extremos.

Contudo, existem troços fluviais, que podem ser afectados por cheias rápidas de elevados caudais de ponta, como é o caso do Rio Jamor, no extremo sudoeste do concelho. A R<sup>a</sup> de Carenque, a R<sup>a</sup> da Falagueira e o Rio da Costa são os outros cursos de água que podem gerar inundações de alguma importância.

No que respeita às inundações não devidas às cheias, o município da Amadora concentra um elevado número de ocorrências, tendo-se identificado mais de 40 locais inundados (com uma frequência de, pelo menos, duas vezes, entre 2000-10). Este facto reflecte, naturalmente, a fraca permeabilidade dos terrenos, quer a devida à zona vadosa, quer a devida à elevada densificação da construção de alguns sectores. Localmente, verifica-se que a acumulação das águas e, conseqüente inundaçãõ, tende a ocorrer em ruas receptoras do escoamento, localizadas em locais deprimidos, e/ou que possuam barreiras ao sentido do escoamento ou, ainda, nos cruzamentos.

Em suma, é aconselhável que as entidades competentes tenham especial atenção, não só à necessidade de facilitar a drenagem das águas, nas áreas

envolventes dos locais inundados, mas também na construção das novas áreas urbanizadas, pois é necessário criar condições para a infiltração das águas, nomeadamente com o adequado planeamento de espaços verdes.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

Alcoforado M, Dias M (2002) Imagens climáticas da região de Lisboa. Enquadramento na Diversidade Climática de Portugal Continental. CEG, Lisboa (ISBN 972-636-133-8).

CMA, ULHT (2013) Histórico de Ocorrências no Município da Amadora, 2000-2010. Normais Climatológicas da Amadora, 1915-2012: 1-109

Daveau S, Lautensach H, Ribeiro O (1987) Geografia de Portugal Vol. I e II. Edições João Sá da Costa, Lisboa.

Dias R, Pais J (2009) Homogeneização da Cartografia Geológica do Cenozóico da Área Metropolitana de Lisboa. Comunicações Geológicas 96: 39-50.

Hipólito J, Vaz A (2011) Hidrologia e Recursos Hídricos. Instituto Superior Técnico, Lisboa.

Julião R, Nery F, Ribeiro J, Castelo Branco M, Zezere J (2009) Guia Metodológico para a Produção de Cartografia Municipal de Risco e para a Criação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de Base Municipal. Autoridade Nacional da Protecção Civil, Lisboa..

Leal M (2012) As cheias rápidas em bacias hidrográficas da AML Norte: factores condicionantes e desencadeantes. Núcleo de Investigação em Sistemas Litorais e Fluviais, SLIF-8, Centro de Estudos Geográficos, Universidade de Lisboa (ISBN: 978-972-636-231-9).

Martins C (2010) Alterações no Padrão Intra-Anual de Precipitação como Indício de Mudança Climática. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

Martins F (2000) Dimensionamento hidrológico e hidráulico de passagens inferiores rodoviárias para águas pluviais. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade de Coimbra, Coimbra.

Oliveira L (2009) Estudo Morfodinâmico e Sedimentar das Praias do Concelho de Sintra. Dissertação de Mestrado em Geologia do Ambiente, Riscos Geológicos e Ordenamento do Território, Universidade de Lisboa, Lisboa.

Oliveira P (2003) Inundações na Cidade de Lisboa. Estudo de Hidrogeografia Urbana. Centro de Estudos Geográficos, Universidade de Lisboa, Lisboa (ISBN 972-636-139-7).

Pais J, Moniz C, Cabral J, Cardoso J, Legoinha P, Machado S, Morais M, Lourenço C, Ribeiro M, Henriques P, Falé P (2006) Carta Geológica 1/50.000. Nota Explicativa da Folha 34-D Lisboa. Instituto Nacional de Engenharia Tecnologia e Inovação. Lisboa.

Portela M, Dias A (2003) Regionalização de caudais de cheia em Portugal Continental. Tecnologia da Água 19: 30-39.

Ramalho M, Pais J, Rey J, Berthou P, Alves C, Palácios T, Leal N, Kulleberg M (1993) Carta Geológica 1/50.000. Nota Explicativa da Folha 34-A Sintra. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.

Ramalho M, Rey J, Zbyszewski G, Alves C, Palácios T, Almeida F, Costa C, Kullberg M (2001) Carta Geológica 1/50.000. Nota Explicativa da Folha 34-C Cascais. Instituto Geológico Mineiro, Lisboa.

Ramos C (2005) Programa de Hidrogeografia. Centro de Estudos Geográficos, Universidade de Lisboa, DLIF-3, Lisboa.

Ramos C (2009) Dinâmica Fluvial e Ordenamento do Território. Centro de Estudos Geográficos, SLIF – 6, Lisboa (ISBN: 978-972-636-195-4).

Ramos C, Zezere J, Reis E, Mendonça J (2010) Reserva Ecológica Nacional da Área Metropolitana de Lisboa, Quadro de Referência Regional. CCDR-LVT. Lisboa

Reis E (2011) Análise de bacias hidrográficas, susceptibilidade à ocorrência de cheias e Sistemas de Informação Geográfica: da definição do quadro conceptual até à proposta de um modelo de avaliação. VIII Congresso da Geografia Portuguesa, APG, Lisboa.

Santos M, Fragoso M (2011) Avaliação da qualidade de séries de precipitação diária na região norte de Portugal. VIII Congresso da Geografia Portuguesa: “Repensar a Geografia para Novos Desafios: competências, investigação, acção”, Associação Portuguesa de Geógrafos. ISBN: 978-972-99436-4-5.

Silva V (2009) Revolução (Des) Industrial, Museificar, Reutilizar e Converter. Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitectura, Universidade de Coimbra, Coimbra.

Vaz C (2009) Análise de Tendências em Séries de Precipitação Diária Máxima Anual. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

Wijngaard J, Klein Tank A, Können G (2003) Homogeneity of 20th century European daily temperature and precipitation series. International Journal of Climatology, 23: 679-692.

## **SITES CONSULTADOS**

Agencia Estatal de Meteorologia, Instituto de Meteorologia (2011) Atlas Climático Ibérico. Instituto de Meteorologia e Agencia Estatal de Meteorologia. <http://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/publicaciones/Atlas-climatologico/Atlas.pdf> [Acedido a 10 de Janeiro de 2013].

Instituto Geográfico Português (2013) <http://www.igeo.pt/> [Acedido a 14 de Janeiro de 2013]

Instituto Português do Mar e Atmosfera (2013) <http://www.ipma.pt> [Acedido a 23 de Janeiro de 2013].

REFER (2013) Caminho de Ferro em Portugal  
<http://www.refer.pt/MenuPrincipal/TransporteFerroviario/CaminhodeferroemPortugal.aspx> [Acedido a 27 de Junho de 2013].

Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (2012) <http://snirh.pt/> [Acedido a 10 de Outubro de 2012].

World Meteorological Organization (2011) Guide To Climatological Practices. Genebra.  
[http://library.wmo.int/pmb\\_ged/wmo\\_100\\_en.pdf](http://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_100_en.pdf) [Acedido a 29 de Dezembro de 2012].

Wunderground (2012) <http://www.wunderground.com/> [Acedido a 13 de Outubro de 2012]

## **LEGISLAÇÃO CONSULTADA**

Decreto-lei nº380/1999, Diário da República, 1ª série A - Nº222 – 22 de Setembro de 1999

Decreto-lei nº46/2009, Diário da República, 1ª série – Nº36 – 20 de Fevereiro de 2009

Decreto-lei nº239/2012, Diário da República, 1ª série – Nº212 – 2 de Novembro de 2012



## ANEXOS

**Anexo 1 – Conjunto de estações meteorológicas inicialmente consideradas para gerar a série de precipitação mencionada.**

Estação Meteorológica	Período Recolhido				Altitude	Concelho	Bacia Hidrográfica	Plataforma de Partilha
	Início		Fim					
Águas de Moura	Jan	1932	Nov	2009	17	Palmela	Sado	SNIRH
Alcochete	Nov	1931	Dez	2009	13	Alcochete	Tejo	SNIRH
Alenquer	Dez	1979	Set	2002	34	Alenquer	Tejo	SNIRH
Algés	Ago	1942	Set	1954	5	Lisboa	Tejo	SNIRH
Arranhó	Out	1979	Fev	2012	204	Arruda dos Vinhos	Tejo	SNIRH
Azenhas do Mar	Jan	1947	Out	1967	6	Sintra	Ribeiras do Oeste	SNIRH
Barragem do Rio da Mula	Out	1989	Jun	2008	155	Cascais	Ribeiras do Oeste	SNIRH
Barragem de Magos	Jan	1938	Out	2012	43	Salvaterra de Magos	Tejo	SNIRH
Belas	Out	1979	Ago	1983	172	Sintra	Tejo	SNIRH
Cacém	Out	1979	Mai	2008	277	Sintra	Tejo	SNIRH
Calhandriz	Out	1980	Fev	2012	138	Vila Franca de Xira	Tejo	SNIRH
Caneças	Out	1980	Set	2012	173	Odivelas	Tejo	SNIRH
Canha	Nov	1931	Abr	2010	52	Montijo	Tejo	SNIRH
Cascais	Mar	1991	Mar	2009	50	Cascais	Ribeiras do Oeste	SNIRH
Cheleiros	Jan	1979	Fev	2010	120	Mafra	Ribeiras do Oeste	SNIRH
Colares (Sarrazola)	Out	1965	Dez	1998	162	Sintra	Ribeiras do Oeste	SNIRH
Comporta	Jan	1934	Fev	2010	2	Alcácer do Sal	Sado	SNIRH
Linhó	Out	1989	Out	2008	199	Sintra	Ribeiras do Oeste	SNIRH
Lousa	Out	1979	Set	2012	157	Loures	Tejo	SNIRH
Milharado	Out	1980	Dez	2009	195	Mafra	Tejo	SNIRH
Moinhola	Ago	1935	Ago	1935	41	Vendas Novas	Sado	SNIRH
Monte da Caparica	Mai	1985	Jul	2012	96	Almada	Tejo	SNIRH
Montevil	Jan	1945	Dez	2010	24	Alcácer do Sal	Sado	SNIRH
Orjariça	Out	1979	Fev	2010	150	Torres Vedras	Ribeiras do Oeste	SNIRH
Pereiro da Palhacana	Set	1957	Set	1995	240	Alenquer	Tejo	SNIRH
Quinta do Pisão	Out	1979	Set	2002	89	Cascais	Ribeiras do Oeste	SNIRH
Sacavém de Cima	Mai	1932	Set	2002	46	Loures	Tejo	SNIRH
Santo Estevão	Nov	1931	Set	2011	8	Benavente	Tejo	SNIRH
São Julião do Tojal	Jan	1938	Out	2012	6	Loures	Tejo	SNIRH
Sobral da Abelheira	Out	1979	Out	2012	120	Mafra	Ribeiras do Oeste	SNIRH
Sobral de Monte Agraço	Jan	1916	Abr	2010	265	Sobral de Monte Agraço	Ribeiras do Oeste	SNIRH

Torres Vedras	Dez	1931	Mar	2006	31	Torres Vedras	Ribeiras do Oeste	SNIRH
Vila Franca de Xira (Lezírias)	Out	1957	Fev	2010	1	Vila Franca de Xira	Tejo	SNIRH
Vila Nogueira de Azeitão	Nov	1931	Out	2012	126	Setúbal	Tejo	SNIRH
Amadora	Dez	2010	Dez	2012	120	Amadora	Ribeiras do Oeste	SMPCA
Damaia	Mar	2009	Dez	2012	121	Amadora	Ribeiras do Oeste	Wunderground
Queluz	Fev	2007	Dez	2012	160	Sintra	Ribeiras do Oeste	Wunderground
Portela	Mai	2005	Dez	2012	71	Loures	Tejo	Wunderground

### Anexo 2 – Uniformização de classes de Uso e Ocupação do Solo.

COS 2007		COS - Classes Utilizadas	COS 1990	
Código	COS - Nível 3		COS - Nível 3	Código
111	Tecido urbano contínuo	Tecido Urbano	Tecido Urbano Contínuo	UU1
112	Tecido urbano descontínuo		Tecido Urbano Descontínuo	UU2
			Outros Espaços Fora do Tecido Urbano Consolidado	UU9
121	Indústria, comércio e equipamentos gerais	Indústria, Comércio e Equipamentos Gerais	Zonas Industriais e Comerciais	SW1
122	Redes viárias e ferroviárias e espaços associados	Redes Viárias e Ferroviárias e Espaços Associados	Vias de Comunicação (Rodoviárias e Ferroviárias)	SW2
132	Áreas de deposição de resíduos	Áreas em Construção ou de Deposição de Resíduos	Pedreiras, saibreiras, minas a céu aberto	JJ1
133	Áreas em construção		Lixeiras, descargas industriais e depósitos de sucata	JJ2
142	Equipamentos desportivos, culturais e de lazer e zonas históricas	Equipamentos Desportivos, Culturais e de Lazer	Outras Infraestruturas e Equipamentos	SW9
141	Espaços verdes urbanos	Espaços Verdes Urbanos	Espaços verdes urbanos (florestais)	SL1
			Espaços Verdes Urbanos (não florestais), para as atividades desportivas	SL2
211	Culturas temporárias de sequeiro	Área Agrícola	Mistos de Pomares	AAX
			Mistos de Pomares + Culturas Anuais	ACX
212	Culturas temporárias de regadio		Sequeiro + Pomar	CA1
			Sequeiro	CC1
			Regadio	CC2
242	Sistemas culturais e parcelares complexos		Culturas Anuais + Outras Folhosas	CF0
244	Sistemas agro-florestais (SAF)		Áreas principalmente de sequeiro com espaços naturais importantes	CI1
			Sequeiro + Olival	CO1
222	Pomares		Regadio + Olival	CO2

223	Olivais		Olival	OO1
			Sistemas culturais e parcelares complexos	CX1
231	Pastagens permanentes	Pastagens Permanentes	Pastagens naturais pobres	II1
311	Florestas de folhosas	Florestas	Eucalipto (grau de coberto de 10% a 30%)	EE1
			Eucalipto (grau de coberto superior a 50%)	EE3
			Eucalipto + Outras Folhosas (grau de coberto superior a 50%)	EF3
			Eucalipto + Pinheiro bravo (grau de coberto superior a 50%)	EP3
312	Florestas de resinosas		Outras Folhosas (grau de coberto de 30% a 50%)	FF2
			Outras Folhosas (grau de coberto superior a 50%)	FF3
			Outras Folhosas (zona verde urbana ou de proteção)	FF5
			Outras Folhosas (vegetação esclerofítica- carrascal)	FF6
313	Florestas mistas		Outras Folhosas + Pinheiro Manso (grau de coberto superior a 50%)	FM3
			Outras Folhosas + Pinheiro Manso (Zona verde urbana ou de proteção)	FM5
			Outras Folhosas + Pinheiro Bravo (grau de coberto de 30% a 50%)	FP2
			Pinheiro Bravo + Eucalipto (grau de coberto de 30% a 50%)	PE2
324	Florestas abertas, cortes e novas plantações		Pinheiro Bravo + Eucalipto (grau de coberto superior a 50%)	PE3
			Pinheiro Bravo + Folhosa (grau de coberto superior a 50%)	PF3
			Pinheiro Bravo (grau de coberto superior a 50%)	PP3
			Carvalho (vegetação esclerofila-Carrascal)	QQ6
322	Matos	Matos e Vegetação	Vegetação arbustiva baixa-matos	II2
321	Vegetação herbácea natural		Vegetação arbustiva alta e floresta degradada ou de transição	IP0
323	Vegetação esclerofila		Vegetação arbustiva alta e floresta degradada ou de transição	IF0
334	Áreas ardidas		Praia, dunas, areais e solos sem cobertura vegetal	JY1

**Anexo 3 – Estatística complementar à análise da Geometria das bacias.**

<b>Geometria</b>	Rio Jamor	Ribeira de Carenque	Ribeira Alcântara1	Ribiera Alcântara2	Ribeira Algés1	Ribeira Algés2	Rio da Costa1	Rio da Costa2	Rio da Costa3
Perímetro (km)	32,92	19,7	14,3	7,83	9,76	5,41	5,3	10,46	9,06
Índice de Forma (U.S.A.C.E.)	3,22	6,27	4,62	4,1	3,11	1,17	2,75	4,03	0,88
Índice de Forma (Gravelius)	1,55	1,71	1,63	1,57	1,49	1,21	1,44	1,54	1,71
Índice de Forma (Toletino, Gandolfi e Paraguassu)	1,56	1,72	1,64	1,58	1,5	1,21	1,45	1,55	1,72
Índice de Circularidade (Miller)	0,41	0,34	0,37	0,4	0,44	0,68	0,47	0,42	0,34
Índice de Alongamento da Bacia (Schumm)	0,63	0,45	0,52	0,56	0,64	1,05	0,68	0,56	1,2

**Anexo 4 – Estatística complementar à análise da Rede de Drenagem das bacias.**

<b>Rede de Drenagem</b>	Rio Jamor	Ribeira de Carenque	Ribeira Alcântara1	Ribiera Alcântara2	Ribeira Algés1	Ribeira Algés2	Rio da Costa1	Rio da Costa2	Rio da Costa3
Índice de Homogeneidade	0,54	0,28	0,38	0,42	0,56	1,49	0,63	0,43	1,98
Comprimento Total dos Cursos de Água (km)	63,98	18,6	11,45	3,49	7,24	2,84	1,71	8,12	4,29
Densidade Hídrica (Horton) (nº de cursos de água/km <sup>2</sup> )	1,95	1,64	1,82	2,05	2,08	2,53	0,94	1,93	2,26
Coeficiente de Manutenção (Schumm) (m)	552,84	558,18	527,74	558,58	465,47	556,34	620,61	447,15	514,91
Coeficiente de Torrencialidade (Vivas)	3,53	2,93	3,45	3,67	4,46	4,55	1,52	4,31	4,39

**Anexo 5 – Estatística complementar à análise do Relevo das bacias.**

<b>Relevo</b>	<b>Rio Jamor</b>	<b>Ribeira de Carenque</b>	<b>Ribeira Alcântara1</b>	<b>Ribiera Alcântara2</b>	<b>Ribeira Algés1</b>	<b>Ribeira Algés2</b>	<b>Rio da Costa1</b>	<b>Rio da Costa2</b>	<b>Rio da Costa3</b>
Altitude máxima (m)	340	340	263	211	220	200	290	272	209
Altitude mínima (m)	57	105	73	78	61	58	176	41	41
Altitude média (m)	193,34	217,42	138,37	146,16	130,11	131,47	245,54	151,82	90,65
Altura média (m)	136,34	112,42	65,37	68,16	69,11	73,47	69,54	110,82	49,65
Índice de Regusidade (Melton)	511,9	421,01	360,02	238,1	341,59	255,24	183,69	516,6	326,27
Relação de Relevo (Schumm)	0,03	0,03	0,05	0,05	0,08	0,09	0,07	0,07	0,11
Declive dos canais Fluviais (Horton) (m/km)(curso principal)	17,98	19,21	24,98	30,75	20,4	53,8	45,08	44,97	15,04
Declive dos canais Fluviais (Horton) % (curso principal)	1,8	1,92	2,5	3,08	2,04	5,38	4,51	4,5	1,5
Declive dos canais Fluviais (Horton) (m/km)(toda a rede)	3,16	8,34	11,53	24,92	10,77	25,7	45,08	21,19	17,24
Declive dos canais Fluviais (Horton) % (toda a rede)	0,32	0,83	1,15	2,49	1,08	2,57	4,51	2,12	1,72
Inclinação média do canal principal (m/km)	0,23	0,24	0,43	0,78	0,74	1,78	0,73	0,67	1,86
Coefficiente Orográfico (Fourier)	525,51	1217,62	707,55	2382,73	1417,43	3415,91	4562,07	3383,28	1115,22

