



**UNIVERSIDADE DE COIMBRA**

**FACULDADE DE LETRAS**

**Departamento de Geografia**

# **Análise de Riscos Naturais na Área Urbana de Coimbra**

## **Avaliação da suscetibilidade e vulnerabilidade em Santa Clara**

Ana Daniela Alves Jorge

**MESTRADO EM DINÂMICAS SOCIAIS, RISCOS NATURAIS E TECNOLÓGICOS**

**Julho, 2015**







**UNIVERSIDADE DE COIMBRA**

**FACULDADE DE LETRAS**

**Departamento de Geografia**

## **Análise de Riscos Naturais na Área Urbana de Coimbra**

**Avaliação da suscetibilidade e vulnerabilidade em Santa Clara**

Ana Daniela Alves Jorge

**MESTRADO EM DINÂMICAS SOCIAIS, RISCOS NATURAIS E TECNOLÓGICOS**

**Domínio Científico – CIÊNCIAS DO RISCO**

**Orientador(es) científico(s)**

Prof. Doutor Lúcio José Sobral da Cunha, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra

Arq. Rui Campino do Nascimento, Divisão de Planeamento da Câmara Municipal de  
Coimbra

**Julho, 2015**



## Resumo

O espaço urbano é condicionado pelas características físicas do território e pelos riscos naturais enquanto fatores condicionantes dos usos e ocupações do território.

As características físicas do território, como a topografia e hidrografia, entre outras, condicionam nas áreas vulneráveis os usos e ocupações do solo, influenciando as estratégias relativas ao desenvolvimento do tecido urbano.

As áreas urbanas são territórios onde a complexidade e a multiplicidade dos riscos é bastante notória e onde os seus impactos têm consequências de difícil gestão e resolução.

O risco ocorre devido às mais variadas situações, como o aumento da pobreza, da desigualdade e das falhas na governação, da alta densidade populacional, das condições de vida e da proximidade de áreas residenciais a perímetros ocupados por áreas com elevada exposição a riscos naturais.

As cidades correspondem sempre a espaços de profundas alterações dos sistemas naturais, como por exemplo, modificações da morfologia do terreno e a sua impermeabilização ou ocupação de áreas menos favoráveis à edificação. Por exemplo, vertentes de forte declive ou as áreas de planície de inundação. (Pedrosa (org), 2007).

No espaço urbano, a distribuição espacial do risco está a mudar de forma notável, assim como a probabilidade de ocorrência de desastres, sendo esta caracterizada por disparidades espaciais.

A área urbana de Coimbra, caracteriza-se pela existência de contrastes morfológicos a nível litológico e complexidade estrutural, variações climáticas e eventos meteorológicos extremos, fluxos e dinâmicas demográficas e socioeconómicas, heterogeneidade da concentração e tipologia de infraestruturas e equipamentos, variadas qualificações ambientais e patrimoniais.

Uma análise dos processos naturais suscetíveis de produzirem perdas e danos humanos, económicos e ambientais é fulcral para a análise da área em questão.

Assim, a realização de uma efetiva gestão de riscos através do planeamento implica uma contínua monitorização das manifestações e variação das dinâmicas ambientais, sociais e económicas e das suas inter-relações no seio da área urbana, bem como compreender as consequências das rápidas alterações de usos e funções dos diferentes espaços que compõem a cidade.

A prevenção e preparação para a ocorrência de desastres implicam três componentes cruciais: análise precisa dos riscos e populações vulneráveis, formulação de planos de preparação e de resposta a desastres, e a comunicação das estratégias de prevenção e preparação para o público e decisores.

**Palavres Chave:** Riscos Naturais, Avaliação do Risco, Vulnerabilidade, Plano de Urbanização, Prevenção e Mitigação dos Riscos, Área Urbana de Coimbra

## Abstract

The urban space is conditioned by the physical characteristics of the field – terrain - and by the natural risks as conditioning factors of the uses and occupations of the territory.

The physical characteristics of the field – terrain - such as topography and hydrography, among others, affect, in vulnerable areas, the uses and the soil occupation by influencing the strategies related to the development of the urban tissue.

In the urban areas it is possible to see that the complexity and the multiplicity of the risks is quite present and its impact has consequences that are difficult to deal with.

The risk occurs due to several aspects, such as the increasing poverty, inequity and governmental errors, high population density, living conditions and also due to the proximity of the residential area to perimeters occupied by areas with high exposure to natural risks.

Cities are areas of deep changes of the natural systems such as the changes of the field morphology and its waterproofing or the occupation of areas that are not the most appropriate to building. For example, steep slopes or floodplains (Pedrosa (org), 2007).

In the urban space, the risk of spatial distribution is considerably changing just as the probability of the disasters which is characterised by the spatial inequality.

The urban area of Coimbra is characterised by the existence of morphological contrasts in terms of lithology and structural complexity, climate changes and extreme weather, demographic and socio-economic dynamics and also by the heterogeneity of the concentration and type of infrastructure and equipment as well as the different environmental and patrimonial qualifications.

An analysis to the natural processes that may lead to human, economical and environmental damage and losses is essential to address this issue.

Thus, an effective risk management through planning implies a continuous monitoring of the results and variation on the environmental, social and economic dynamics and its interrelations in the urban area, as well as an understanding of the consequences of the quick changes in the uses and functions from the different spaces in the city.

Prevention and planning for disasters occurrence implies three essential aspects: a precise analysis of the risks and vulnerable populations, the existence of preparation and disaster plans and a pronouncement of the strategies of prevention and preparation to the public and decision-makers.

Key words: Natural Risks, Risk Assessment, Vulnerability, Urban Plan, Prevention and Risk Mitigation, Coimbra Urban Area



## Agradecimentos

Agradeço aos meu pais, irmã e namorado pelo esforço incansável ao longo do meu percurso académico e pelo apoio incondicional em todas as decisões importantes da minha vida.

Aos meus “velhotes”, avô Vicente e avó Lurdes, pelos seus sábios conselhos, carinho e dedicação, desde que me lembro de ser “gente”.

Ao tio Helder, o irmão mais velho que nunca tive, por toda a preocupação que demonstrou ao longo do meu percurso académico.

Ao meu orientador, Professor Dr. Lúcio José Sobral da Cunha, pela excelente orientação e disponibilidade para me auxiliar durante a realização desta investigação.

A todos os professores e colegas com quem tive o prazer de privar e que contribuíram de forma fulcral para a minha evolução enquanto pessoa.

E a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a minha formação pessoal e profissional.

Para a realização desta investigação foi também fundamental a colaboração da Câmara Municipal de Coimbra, mais concretamente da Divisão de Planeamento e da sua Chefe de Divisão Eng.<sup>a</sup> Helena Terêncio.

Quero ainda agradecer em, particular, a colaboração:

- Do Arquiteto Rui Campino do Nascimento, meu orientador de estágio na Câmara Municipal de Coimbra, pela a sua ajuda, apoio, e sobretudo, pelo acompanhamento crítico do trabalho;
- Do Dr. Luís Figueira (Geógrafo), pelo apoio, incentivo e disponibilidade demonstrada ao longo de todo o estágio curricular realizado na Divisão. A sua ajuda foi sem dúvida fundamental para a realização desta investigação.



## Índice

1	Introdução .....	1
1.1	Questões sob investigação .....	1
1.2	Enquadramento e objetivos da investigação .....	1
1.3	Metodologias.....	2
2	Definições e abordagens.....	3
2.1	Espaço urbano .....	3
2.2	Risco.....	4
2.3	Perigosidade .....	5
2.4	Suscetibilidade .....	5
2.5	Vulnerabilidade .....	6
2.6	Ordenamento do território e planeamento urbano .....	6
3	Gestão dos Riscos no ordenamento e planeamento do território .....	10
3.1	A importância da gestão dos riscos no ordenamento do território .....	10
3.2	A cartografia municipal dos riscos .....	12
4	Enquadramento da Área de estudo.....	13
4.1	Município de Coimbra .....	13
4.2	Evolução Urbana.....	14
4.3	Tipologia das Áreas urbanas de Coimbra.....	17
4.4	Definição e Caracterização da área de estudo .....	19
4.4.1	Caracterização biofísica .....	21
4.4.2	Caracterização socioeconómica.....	39
5	Avaliação do risco .....	51
5.1	Metodologias de Avaliação dos Riscos .....	51
5.2	Avaliação da Suscetibilidade.....	54
5.3	Avaliação da Vulnerabilidade .....	55
5.3.1	Interpretação dos resultados referentes à vulnerabilidade social .....	59
5.3.2	População Exposta .....	64
5.3.3	Valor dos Bens Expostos .....	65
5.3.4	Avaliação da Vulnerabilidade .....	67
5.4	Avaliação do Risco.....	68
6	Aplicação das Metodologias de Avaliação da Suscetibilidade, Vulnerabilidade e Risco	69
6.1	.....	69
6.1.1	Suscetibilidade a Cheias e Inundações.....	71
6.1.2	Vulnerabilidade a cheias e inundações .....	74
6.1.3	Risco de cheias e inundações.....	76

6.2	Movimentos em massa .....	78
6.2.1	Suscetibilidade a Movimentos em Massa.....	78
6.2.2	Vulnerabilidade a Movimentos em Massa .....	84
6.2.3	Risco de Movimentos de Massa.....	87
6.3	Incêndios no Interface Urbano-Florestal.....	88
6.3.1	Suscetibilidade a Incêndios no Interface Urbano-Florestal.....	89
6.3.2	Vulnerabilidade a Incêndios no Interface Urbano–Florestal.....	92
6.3.3	Risco de Incêndio no Interface Urbano-Florestal.....	95
7	Análise e discussão dos resultados.....	97
7.1	Áreas Prioritárias de intervenção e prevenção .....	98
8	A Mitigação e Prevenção dos Riscos .....	100
8.1	Medidas de Prevenção e Mitigação.....	101
9	Conclusões .....	105
9.1	Limitações da Investigação .....	106
10	Fontes Bibliográficas .....	107

## Índice de Figuras

Figura nº1 - Processo de Planeamento: Relação entre a vertente técnica, de decisão e de projeto.....	9
Figura nº2 - Enquadramento Geográfico .....	14
Figura nº3 - Espaços de Planeamento no concelho de Coimbra a partir da valoração das variáveis biofísicas, demográficas e sociais .....	18
Figura nº4 - Divisão territorial do perímetro urbano da cidade de Coimbra .....	21
Figura nº5 - Setores de Atividade Económica da área em estudo, em 2011 .....	45
Figura nº6 - Modelo metodológico da avaliação dos riscos.....	52
Figura nº7 - Componentes do Risco Natural.....	54
Figura nº8 - Parque Verde do Mondego - Centro Náutico .....	73
Figura nº9 - Parque Verde do Mondego – margem esquerda .....	73
Figura nº10 - Habitações afetadas na Quinta da Várzea.....	74
Figura nº11 - Vertente localizada na área da Guarda Inglesa, junto às habitações.....	83
Figura nº12 - Vertente Hotel D. Luís, cicatriz de deslizamento recentemente ocorrido.....	84



## Índice de Tabelas

Tabela nº1 - Sistema de Gestão Territorial .....	11
Tabela nº2 - Resultados da aplicação do método de análise de componentes principais, recorrendo ao método Varimax com a normalização de Kaiser .....	59
Tabela nº3 - Aplicação do método de análise de componentes principais para o estudo da vulnerabilidade social.....	62
Tabela nº4 - Tipologias dos danos decorrentes de inundações em áreas urbanas .....	70
Tabela nº5 - Classes de vulnerabilidade a cheias e inundações.....	74
Tabela nº6 - Classes de Risco de cheias e inundações .....	76
Tabela nº7 - Classes de Suscetibilidade a Movimentos em massa .....	80
Tabela nº8 - Classes de Vulnerabilidade a Movimentos em Massa .....	85
Tabela nº9 - Classes de risco de movimentos de massa .....	87
Tabela nº10 - Classes de Suscetibilidade no Interface Urbano–Florestal .....	92
Tabela nº11 - Classes de Vulnerabilidade no Interface Urbano–Florestal.....	93
Tabela nº12 - Classes de Risco no Interface Urbano-Florestal .....	97
Tabela nº13 - Áreas de suscetibilidade e Risco Elevado e Muito Elevado .....	98





## Índice de Cartas

Carta nº1 - Carta de Evolução Urbana.....	16
Carta nº2 - Tipologia das Áreas Urbanas .....	17
Carta nº3 - Limite da Área em estudo .....	20
Carta nº4 - Hipsométrica .....	23
Carta nº5 - Carta Litológica.....	27
Carta nº6 – Carta de Declives .....	29
Carta nº7 - Exposição das Vertentes .....	31
Carta nº8 - Forma das vertentes.....	33
Carta nº9 - Ocupação do Solo da área de estudo.....	36
Carta nº10 - Vegetação Autóctone da área de estudo.....	38
Carta nº11 - Densidade Populacional da área de estudo .....	40
Carta nº12 - População Residente, por subsecção estatística com idade superior a 65 anos (%).....	42
Carta nº13 - População Residente, por subsecção estatística com idade entre os 0 e os 13 anos (%).....	43
Carta nº14 - Equipamentos da área de estudo.....	47
Carta nº15 - Rede viária principal da área de estudo.....	48
Carta nº16 - Património Classificado da área de estudo .....	50
Carta nº17 - Vulnerabilidade Social da área de estudo.....	63
Carta nº18 - População Exposta .....	65
Carta nº19 - Valor dos Bens Expostos.....	66
Carta nº20- Carta de Vulnerabilidade Potencial.....	68
Carta nº21 - Carta de Suscetibilidade a cheias e Inundações .....	72
Carta nº22 - Carta de Vulnerabilidade a cheias e inundações.....	75
Carta nº23 - Carta de Risco de Cheias e Inundações.....	77
Carta nº24 - Suscetibilidade a Movimentos em Massa .....	81
Carta nº25 - Vulnerabilidade a Movimentos em Massa .....	86
Carta nº26 - Risco de Movimentos em Massa.....	88
Carta nº27 - Suscetibilidade a incêndios no Interface Urbano- Florestal .....	91
Carta nº28 - Vulnerabilidade a Incêndios no Interface Urbano-Florestal .....	94
Carta nº29 - Risco de Incêndio no Interface Urbano-Florestal.....	96
Carta nº30 – Carta de Suscetibilidade de Cheias e Inundações, Movimentos em Massa e Incêndios no interface Urbano-Florestal.....	99



# 1 Introdução

## 1.1 Questões sob investigação

A presente investigação pretende dar resposta às seguintes questões:

- Como se caracteriza a área urbana em estudo?
- O que caracteriza do ponto de vista dos riscos a área urbana em estudo?
- Como é que o conhecimento dos riscos se pode traduzir no Plano de Urbanização de Coimbra?
- Que medidas de prevenção e mitigação do risco devem ser adotadas para a área urbana da Cidade de Coimbra?

## 1.2 Enquadramento e objetivos da investigação

A problemática dos Riscos Naturais tem cada vez maior relevância nas políticas governamentais do ordenamento do território e do urbanismo. Assim é importante existir uma articulação entre os planos territoriais e os riscos.

Os instrumentos de gestão territorial têm como principal objetivo definir e regular as relações entre todos os atores, públicos e privados, no âmbito do ordenamento do território e do urbanismo.

A lei de bases gerais da política pública de solos, de ordenamento do território e de urbanismo, Lei nº 31/2014, de 31 de maio, determina que o sistema de gestão territorial se organiza num quadro de interação coordenada em quatro âmbitos: nacional, regional, intermunicipal e municipal. Este último é concretizado através dos seguintes planos: plano diretor municipal, plano de urbanização e plano de pormenor.

A realização de um estágio curricular na Câmara Municipal de Coimbra foi fundamental para a definição da área em estudo, que incide sobre parte da área urbana de Coimbra, mais concretamente a área de Santa Clara.

Considerando os Riscos Naturais cada vez mais relevantes no que concerne aos planos municipais, considerou-se que poderia ser bastante enriquecedor a nível pessoal e profissional o estudo dos mesmos, nomeadamente ao nível do Plano de Urbanização, que atualmente se encontra em elaboração na Câmara Municipal de Coimbra.

Segundo o novo regime jurídico dos instrumentos de gestão territorial, Decreto-Lei nº 80/2015, de 14 de maio, os programas e planos territoriais devem delimitar as áreas perigosas e de risco, bem como identificar os elementos vulneráveis para cada risco e estabelecer as regras e as medidas para a prevenção e minimização de riscos, em função da graduação dos níveis de perigosidade e de acordo com os critérios a estabelecer pelas entidades responsáveis em razão da matéria. (Artigo 10.º, alínea c; Artigo 13.º).

A principal razão para a escolha da área de estudo justifica-se pela dinâmica de crescimento urbana verificada nos últimos anos. Assim considerou-se ser mais útil o estudo de uma área com aquela característica, uma vez que a intervenção nela reveste-se de maior complexidade.

É ainda importante salientar o facto de Coimbra ter um histórico de acontecimentos marcantes no que diz respeito aos riscos, nomeadamente movimentos de instabilidade em vertentes e taludes, ocorrência de cheias/inundações e incêndios no interface urbano-florestal.

Em suma, pretende-se proceder à avaliação do risco, mais concretamente da suscetibilidade a inundações, incêndios no interface urbano-florestal e movimentos de massa e ainda perceber a distribuição territorial da vulnerabilidade face a cada um dos processos perigosos considerados. Tudo isto contribuirá para a construção de propostas de prevenção, redução e mitigação dos riscos, de forma a auxiliar os instrumentos de gestão do território.

### 1.3 Metodologias

Para proceder à análise da suscetibilidade, exposição e vulnerabilidade será realizada a análise geográfica da área em estudo, tendo como principal objetivo conhecer mais detalhadamente as suas características físicas e sociais.

Seguidamente será efetuada pesquisa bibliográfica sobre esta temática, a fim de definir as tipologias dos principais riscos existentes no território.

A metodologia utilizada para a avaliação do risco de incêndio e do risco de movimento em massa em vertentes irá basear-se em características físicas do território (declives, exposição de vertentes, ocupação do solo, tectónica/falhas e forma das vertentes) e socioeconómicas; já a avaliação do risco de inundação partirá das áreas inundáveis identificadas na primeira revisão do PDM.

As condicionantes identificadas permitirão avaliar a suscetibilidade, vulnerabilidade e exposição dos riscos no território e perceber as fragilidades da população inserida no mesmo.

Considerando que um dos principais objetivos da investigação é elaborar cartografia de risco para a área em estudo, de forma a que esta possa ser integrada nos instrumentos de gestão territorial em elaboração a nível municipal, adotaram-se os seguintes procedimentos metodológicos:

- Análise e representação cartográfica de cada uma das condicionantes biofísicas e socioeconómicas que podem influenciar os eventos perigosos;
- Ponderação da contribuição relativa de cada uma das condicionantes para a instabilidade natural e para a vulnerabilidade do território e respetivo cruzamento;
- Análise da vulnerabilidade ao território ao nível da subsecção estatística (unidade territorial de menor dimensão incluída nos Censos 2011).

## 2 Definições e abordagens

### 2.1 Espaço urbano

O espaço, do latim *spatium*, é a extensão que contém a matéria existente, a parte que ocupa um objeto sensível e a capacidade de um terreno. Este termo, admite muitas outras aceções.

O conceito tradicional de urbano refere-se à concentração num ponto do espaço, de edificações e de pessoas que não exerçam atividades rurais ou o façam em proporção não significativa em relação às atividades ditas urbanas, desempenhadas no interior do núcleo resultante dessa concentração.

Segundo COSGROVE (2003), o espaço urbano é um espaço culturalmente construído pelo homem em sociedade e é evidenciado através da produção de símbolos que se definem através de códigos onde *“tais códigos incluem não apenas a linguagem em seu sentido formal, mas também o gesto, o vestuário, a conduta pessoal e social, a música, a pintura, a dança, o ritual, a cerimônia e as construções”*.

O espaço urbano é, por conseguinte, o centro populacional e a paisagem própria das cidades. O conceito é bastante usado como sinónimo de meio urbano ou área urbana.

Por conseguinte, o crescimento das cidades faz que, muitas das vezes, seja difícil estabelecer um limite geográfico ou uma divisão clara entre o espaço urbano e o espaço rural, já que a periferia urbana tende a expandir-se cada vez mais.

Segundo a definição do INE (2009), o espaço urbano integra um conjunto de subsecções estatísticas<sup>1</sup>, que contempla um dos seguintes requisitos:

- Tipificada como "solo urbano", de acordo com os critérios de planeamento dos Planos Municipais de Ordenamento do Território;
- Integra uma secção com densidade populacional superior a 500 habitantes por Km<sup>2</sup>;
- Integra um lugar com população residente igual ou superior a 5.000 habitantes.

## 2.2 Risco

O conceito de Risco pode ser definido como a probabilidade de consequências danosas ou perdas esperadas (mortes, feridos, danos nas propriedades, afetação dos meios de subsistência, interrupção nas atividades económicas e danos no ambiente) resultantes da interação entre as perigosidades naturais ou induzidas pelo ser humano e as condições de vulnerabilidade (ONU, 2004).

Segundo a ANPC (Autoridade Nacional da Proteção Civil), o conceito de risco pode ser definido como a probabilidade de ocorrência de um processo (ou ação) perigoso e respetiva estimativa das suas consequências sobre pessoas, bens ou ambiente, expressas em danos corporais e/ou prejuízos materiais e funcionais, diretos ou indiretos, obtendo-se através do produto da perigosidade pela consequência ( $R=P \times C$ ). A perigosidade diz respeito à probabilidade de acontecimento do processo ou ação natural, tecnológico ou misto suscetível de produzir perdas e danos identificados.

Segundo DAUPHINÉ (2001) o conceito de risco mais vulgarizado depende diretamente da probabilidade de ocorrência de um processo perigoso, um acontecimento natural ou não, que pode vir a manifestar-se.

---

<sup>1</sup> Subsecção estatística é tipificada como solo urbano sempre que a proporção da superfície da subsecção abrangida por solo urbano de acordo com os critérios de planeamento assumidos nos Planos Municipais de Ordenamento do Território é superior ou igual a 50%; uma subsecção estatística é tipificada como solo não urbano sempre que a proporção da superfície da subsecção abrangida por solo urbano de acordo com os critérios de planeamento assumidos nos Planos Municipais de Ordenamento do Território é inferior a 50%.

Podemos então considerar que o estudo do risco inclui seguramente a análise dos processos eventualmente perigosos (perigosidade ou hazard), decomposta na sua probabilidade temporal (probabilidade/eventualidade) e espacial (suscetibilidade) de ocorrência, combinada com o nível das consequências previsíveis sobre a sociedade, o ambiente e o território, ou seja com a vulnerabilidade, que pode ser também decomposta na exposição de pessoas, no valor dos bens potencialmente afetados e na chamada vulnerabilidade social, que tem a ver, fundamentalmente, com a capacidade de resistência e de resiliência dos indivíduos e da sociedade face à manifestação de processos perigosos.

### 2.3 Perigosidade <sup>2</sup>

Existem bastantes definições para este conceito. CUTTER (2003) define “*hazard*” (perigosidade) como as ameaças potenciais às pessoas e coisas a que dão valor e que surgem da interseção dos sistemas humanos, processos naturais e sistemas tecnológicos. A perigosidade é considerada sinónimo de uma combinação aleatória das condições existentes que dão origem a uma situação de risco.

Perigosidade pode também ser definida como um acontecimento físico potencialmente danoso, fenómeno ou atividade humana que pode causar a perda de vida ou ferimentos, danos das propriedades, rutura social e económica ou degradação ambiental.

É possível fazer a distinção entre perigosidade natural, perigosidade biológica, perigosidade geológico, perigosidade hidrometeorológico, perigosidade tecnológica (ONU, 2002).

Por exemplo, o hazard geológico, diz respeito aos processos terrestres ou de origem tectónica, como terremotos, atividade vulcânica e movimentos de massa.

AYYUB (2007), distingue os “hazards” naturais e “hazards” causados pelo homem, discriminando nestes últimos aqueles que são causados pela sociedade sem intenção dos que são causados pela sociedade de forma intencional.

### 2.4 Suscetibilidade

Ao contrário dos demais conceitos , para este não existe uma panóplia de abordagens, contudo esta detém uma relevante importância. A suscetibilidade representa a propensão de uma área ser afetada por um processo perigoso, em tempo indeterminado, sendo avaliada

---

<sup>2</sup> Perigosidade, tradução do termo inglês “Hazard”

através dos fatores de predisposição para a ocorrência de processos ou ações, não contemplando o seu período de retorno ou a probabilidade de ocorrência. (JULIÃO, 2009)

Segundo ZEZÊRE (2003), entende-se por suscetibilidade a probabilidade espacial de ocorrência de um determinado fenómeno numa dada área com base nos fatores que condicionam o terreno, independentemente do seu período de recorrência. Assim este conceito é diferente da perigosidade que tem em conta uma probabilidade espacial e temporal.

## 2.5 Vulnerabilidade

A combinação de fatores que determina o grau em que a vida ou a subsistência de alguém é colocado em risco por um acontecimento discreto e identificável que tenha lugar na natureza ou na sociedade é denominada por autores como PIERS BLAIKIE (1994), como vulnerabilidade.

O termo vulnerabilidade foi introduzindo por VARNES (1984), *“significa o grau de danos de um elemento ou conjunto de elementos em risco, resultante da ocorrência de um fenómeno natural com determinada magnitude ou intensidade.”* Segundo ZEZÊRE, o valor da vulnerabilidade é expresso numa escala entre 0 (sem dano) e 1 (perda total ou morte, no caso do elemento ser um ser vivo).

CUTTER (1996), define vulnerabilidade como a interação entre a perigosidade existente num determinado lugar (*hazard of place*) e as características e o grau de exposição da população lá residente. Trata-se de uma definição relevante na medida em que contempla a dimensão temporal e espacial da vulnerabilidade.

A dimensão espacial é um importante elemento da vulnerabilidade. Esta deverá dar mais relevância à dimensão humana do território, como a morfologia urbana, a densidade populacional, os elementos expostos e a rede de infraestruturas.

## 2.6 Ordenamento do território e planeamento urbano

Segundo o Dicionário de Geografia (BAUD, BOURGEAT et al.,1999), o ordenamento do território *“corresponde, na maior parte dos casos, à vontade de corrigir os desequilíbrios de um espaço nacional ou regional e constitui um dos principais campos de intervenção da Geografia Aplicada. Pressupõe por um lado, uma perceção e uma conceção de conjunto de um território e, por outro lado, uma análise prospetiva.”*



Um dos documentos oficiais relevantes sobre este tema, a Carta Europeia do Ordenamento do Território (CONSELHO DA EUROPA, 1988: p.9 e 10), diz que o ordenamento do território “*é a tradução espacial das políticas económica, social, cultural e ecológica da sociedade. (...) É, simultaneamente, uma disciplina científica, uma técnica administrativa e uma política que se desenvolve numa perspetiva interdisciplinar e integrada tendente ao desenvolvimento equilibrado das regiões e à organização física do espaço segundo uma estratégia de conjunto. (...) O ordenamento do território deve ter em consideração a existência de múltiplos poderes de decisão, individuais e institucionais que influenciam a organização do espaço, o carácter aleatório de todo o estudo prospetivo, os constrangimentos do mercado, as particularidades dos sistemas administrativos, a diversidade das condições socioeconómicas e ambientais. Deve, no entanto, procurar conciliar estes fatores da forma mais harmoniosa possível*”.

No Glossário do Desenvolvimento Regional, aprovado em 2006 na 14.<sup>a</sup> Conferência Europeia dos ministros responsáveis pelo ordenamento do território, realizada em Lisboa, o ordenamento do território é definido como “*o conjunto de instrumentos utilizados pelo setor público para influenciar a distribuição de pessoas e atividades nos territórios a várias escalas, assim como a localização de infraestruturas, áreas naturais e lazer*” (Direção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano, DGOTDU, 2011: p.18).

Segundo OLIVEIRA (2002), o ordenamento do território é a “*aplicação ao solo de todas as políticas públicas, designadamente económico-sociais, urbanísticas e ambientais, visando a localização e gestão correta das atividades humanas (...)*”.

SILVA (2001), considera o ordenamento do território como uma política setorial, apresentando as seguintes características:

- “*Fenómeno social: em que o ordenamento do território se refere ao modo como o território está organizado, em diversas escalas, às suas causas e problemas*”;
- “*Técnica: como estudo de um território para identificação das necessidades e potencialidades com vista a definir um plano de ação*”;
- “*Ciência interdisciplinar: que estuda a organização e o desenvolvimento do território a várias escalas: local, regional, nacional e supranacional*”.

Para o sucesso das políticas de ordenamento do território e da sua aplicação é necessário que haja uma perceção e conhecimento do espaço de forma global, mas sintetizada. Assim o ordenamento do território deverá ter um carácter pluridisciplinar, incluindo aspetos da geografia, da economia, da sociologia e do urbanismo, entre outros.

O ordenamento do território deverá também ter um carácter pluridisciplinar, incluindo aspetos da geografia, da economia, da sociologia e do urbanismo, entre outros. Assim, o ordenamento do território deverá ter um carácter pluridisciplinar, incluindo aspetos da geografia, da economia, da sociologia e do urbanismo, entre outros

Como ciência, explica-se “(...) *na medida em que pratica metodologias científicas, quer quanto à análise e ao diagnóstico das situações em que o território se encontra envolvido, quer quanto às expectativas de uma evolução em que as opções sejam tomadas como variáveis dos virtuais cenários (...)*” (CRUZ, 2000:p.123).

Para MENDES (2010, p.5) “*o ordenamento do território é visto como uma visão e um processo de organização e gestão integrada de um recurso – o território - no qual se pretende organizar as atividades humanas e sua adequação às capacidades e vocações do solo, com o intuito de melhorar as condições de vida do ponto de vista ambiental, social e económico, que em conjunto constituem os três pilares da sustentabilidade*”.

Em síntese, podemos definir duas perspetivas do ordenamento do território, uma num sentido mais lato e outra num sentido mais restrito.

Em sentido mais lato, pode ser visto como uma política pública que tem em consideração a “*disposição no espaço e no tempo dos homens e das suas atividades, dos equipamentos, infraestruturas e os meios de comunicação que eles podem utilizar, numa visão prospetiva e dinâmica, tendo em conta as condicionantes naturais, humanas e económicas*” (ALVES, 2001: nº 19). Já em sentido mais restrito, será “*um processo integrado e racional de organização do espaço biofísico, de acordo com as vocações e capacidades e que, com base em conhecimento técnicos e científicos identifica as invariantes do território, com vista à demarcação de espaços e fixação de classes de uso do solo (...)* tendo em vista o uso e a transformação do território, numa perspetiva dinâmica e adaptativa em função da evolução das necessidades das populações e suas atividades.” (COSTA LOBO et al., 1990: p.213).

A evolução do conceito de ordenamento do território não pode ser dissociada do conceito de planeamento. Para muitos autores, o ordenamento do território é muitas vezes considerado ou confundido com o de planeamento.

No entantato, o planeamento é segundo REIGADO, 2000; GASPAR, 2005, “*um processo de análise (do passado e do presente) de antecipação ao futuro, de programação, de ação/execução, de controlo, de correção e de avaliação de resultados*”.

Em termos metodológicos, “o ordenamento situa-se a montante, ou seja, enquanto o ordenamento faz o reconhecimento da realidade, o planeamento intervém nela sendo por isso mais operativo”. (PARDAL et al., 2000; GASPAR, 2005: p.14).

O planeamento é um processo que contém três vertentes que coexistem entre si em interação dinâmica: a vertente de decisão, a vertente técnica e a vertente de desenho e imagem. Na Figura nº1 representa-se este sistema e as relações que se estabelecem entre as três vertentes.

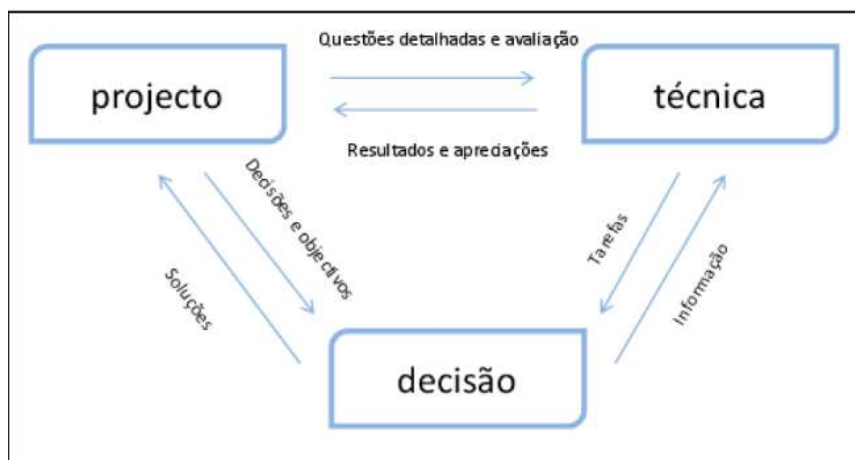


Figura nº1 - Processo de Planeamento: Relação entre a vertente técnica, de decisão e de projeto

Fonte: PARTIDÁRIO, 1999

Em síntese, o planeamento urbano pretende resolver os **problemas do meio envolvente** apresentando **soluções** com os recursos existentes e com danos ambientais minimizados, contribuindo para o desenvolvimento social. **As decisões no planeamento** acabam por traduzir-se em **decisões de gestão e em soluções** cujo objetivo é o de compatibilizar a oferta com a procura nos vários setores que compõem a sociedade. Há que efetuar uma **gestão responsável dos recursos naturais**, reduzindo os conflitos que surgem entre a sua necessidade e a exigência da sua conservação.

### 3 Gestão dos Riscos no ordenamento e planeamento do território

#### 3.1 A importância da gestão dos riscos no ordenamento do território

Apesar de os instrumentos municipais de ordenamento do território traçarem diretrizes referentes ao uso e ocupação do solo, dando alguma relevância às áreas de risco e às áreas inadequadas à ocupação urbana, ainda existe muito a fazer.

O ordenamento territorial deverá assentar em dois vetores essenciais: “**dar espaço aos sistemas naturais para que se possam auto-renovar e auto-regenerar e manter as pessoas e bens afastados dos processos perigosos com incidência espacial, levando à diminuição do risco; ou seja, a adoção dos princípios da prevenção e da precaução, que estão na base do desenvolvimento sustentável de qualquer sociedade (...)**” (RAMOS; Catarina; ZÉZERE; José, REIS, Eusébio, 2010).

A gestão territorial deve ser eminentemente estratégica, tendo como principal base os dois vetores nomeados anteriormente, bem como a monitorização dos vários sistemas naturais e antrópicos de incidência territorial e as suas interações.

Em Portugal, o sistema de gestão territorial é definido pela atual lei de bases da política pública de solos, de ordenamento do território e de urbanismo (nº 31/2014, de 30 de maio), que regula o planeamento e ordenamento do território, o urbanismo e a edificação, o cadastro e a cartografia.

Como já referido o sistema de gestão territorial organiza-se em 4 âmbitos que por sua vez se concretizam em diferentes instrumentos de gestão territorial, conforme a tabela seguinte:

<b>Âmbito Nacional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território</li> <li>• Programas Sectoriais</li> <li>• Programas Especiais</li> </ul>
<b>Âmbito Regional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programas Regionais de Ordenamento do Território</li> </ul>
<b>Âmbito Intermunicipal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programas Intermunicipais</li> <li>• Plano Diretor intermunicipal</li> <li>• Planos de urbanização intermunicipal</li> <li>• Plano de Pormenor Intermunicipal</li> </ul>
<b>Âmbito Municipal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plano Diretor Municipal</li> <li>• Plano de Urbanização</li> <li>• Plano de Pormenor</li> </ul>

Tabela nº1 - Sistema de Gestão Territorial

Fonte: (Elaboração própria)

Segundo TAVARES (2013), a escala municipal assume um papel fundamental na gestão do risco, pois *“é frequentemente a mais adequada para as medidas de prevenção e mitigação do risco, permite a integração fácil de diferentes tipos de conhecimentos, práticas e experiências, permite a melhor articulação entre a gestão do risco e os instrumentos de gestão do território, permite o reconhecimento por parte dos atores da eficácia das medidas e recursos da gestão e emergência, alterando perceções e comportamentos, permite adotar soluções mais adequadas relativas a análise de custo-benefício.”*

Na gestão do risco baseada na escala local/municipal destacam-se alguns aspetos, tais como:

- A existência de um conflito metodológico da escala de trabalho e dos outputs cartográficos;
- A generalização dos complexos componentes do risco nas áreas com maior dinâmica de transformação;
- A transposição da cartografia das componentes do risco para outros níveis da gestão ou do ordenamento do território, sem validação metodológica ou atualização;

- A cartografia de perigosidade, vulnerabilidade e risco é regularmente questionada, pois muitas vezes não coincide com os pressupostos nacionais ou regionais;
- Existem limitações locais ou falhas nos recursos para cartografia ou monitorização de dados, determinando abordagens a escalas inferiores a 1/25000 e, muitas vezes em escalas de 1/100000, levando a uma generalização dos dados;
- Existem falhas de informação e de dados para as áreas peri-urbanas ou em crescimento urbano. As ferramentas de planeamento, geralmente consideram estas áreas como homogéneas, apesar da grande complexidade dos processos de distúrbio e de dinâmica social;
- A abordagem em norma faz-se do nível nacional para os níveis regional e municipal, o que configura uma orientação top-down, com etapas sucessivas de medidas reguladoras. (TAVARES, 2013).

### 3.2 A cartografia municipal dos riscos

Os planos de âmbito municipal devem conter as condições de atuação sobre as áreas críticas, situações de emergência ou de exceção, bem como sobre as áreas degradadas em geral.

Existem vários pontos a considerar para a análise, no entanto serão abordados os mais relevantes:

- Identificação cartográfica na planta de condicionantes dos riscos naturais e tecnológicos (por exemplo: áreas de inundação da maior cheia conhecida, ou para um período de retorno de 100 anos; áreas que têm vindo a sofrer impactos provenientes de movimentos de vertentes.)
- Identificação na planta de condicionantes das distâncias e faixas de segurança relativas aos riscos naturais e tecnológicos presentes, assim como os que tendo origem nos municípios vizinhos possam causar impactos na área do plano; (exemplo: faixas de segurança entre as zonas florestais e zonas urbanas.)
- Os riscos identificados são caracterizados quanto à sua magnitude/severidade e são elaboradas estimativas dos impactos nas pessoas, bens e ambiente. São apresentadas as necessárias medidas restritivas ou mitigadoras de modo a salvaguardar a segurança de pessoas, bens e ambiente, no relatório que acompanha o plano (estão previstas novas construções numa área urbana sujeita a cheias em que as cotas soleiras dos pisos de habitação são superiores à cota da maior cheia conhecida. São apresentados no relatório do proposta de plano o número de

peessoas que podem ficar retidas nas suas habitações, estimativas, danos económicos etc;

- O plano identifica as áreas afetas à proteção civil, por exemplo espaços destinados à reunião da população em momento de catástrofe, que se caracterizam-se por serem áreas livres que podem ser temporariamente utilizadas em situação de emergência (exemplo: o colapso de uma barragem pode obrigar ao deslocamento rápido da população para uma área afeta à proteção civil que é identificada no plano).

A cartografia de risco traduz-se num conjunto de cartas temáticas que espacializam os diversos riscos (naturais, mistos ou tecnológicos) mediante a aplicação de metodologias específicas e de trabalho de campo. Deve considerar-se na avaliação dos riscos o histórico de ocorrências, a distribuição espacial dos fenómenos e respetivas consequências.

Presentemente conta-se ainda com a ajuda imprescindível dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), ferramenta indispensável na integração espacial de dados. A cartografia permite a análise dos riscos presentes no território auxiliando em matérias de proteção civil e mais concretamente no planeamento e ordenamento do território.

Em suma, a análise e avaliação de processos perigosos e riscos, de forma permanente e atempada e a subsequente difusão de alertas específicos e avisos à população promovem a adoção de comportamentos de prevenção adequados.

## 4 Enquadramento da Área de estudo

### 4.1 Município de Coimbra

A área de estudo localiza-se no município de Coimbra, na margem esquerda do rio Mondego, na área geográfica da União das freguesias de Santa Clara e Castelo Viegas. O município de Coimbra, tem uma área de 319,4 Km<sup>2</sup> e uma população residente de 143396 habitantes, e presente de 149425 habitantes (censos 2011). A sua densidade populacional é de cerca 449 habitantes por km<sup>2</sup>.

Coimbra tem uma localização geográfica singular resultante da sua inserção na transição das duas grandes unidades geomorfológicas da região – Orla Mesocenoicoica ocidental e Maciço Hespérico, identificadas, grosso modo, com os setores terminais das bacias do Vouga e do Mondego e áreas de abrasão marinha,

A estas unidades correspondem formas e dinâmicas de ocupação diferentes, verificando-se maiores densidades de ocupação e maior dinamismo demográfico e económico/empresarial no litoral do que no interior.

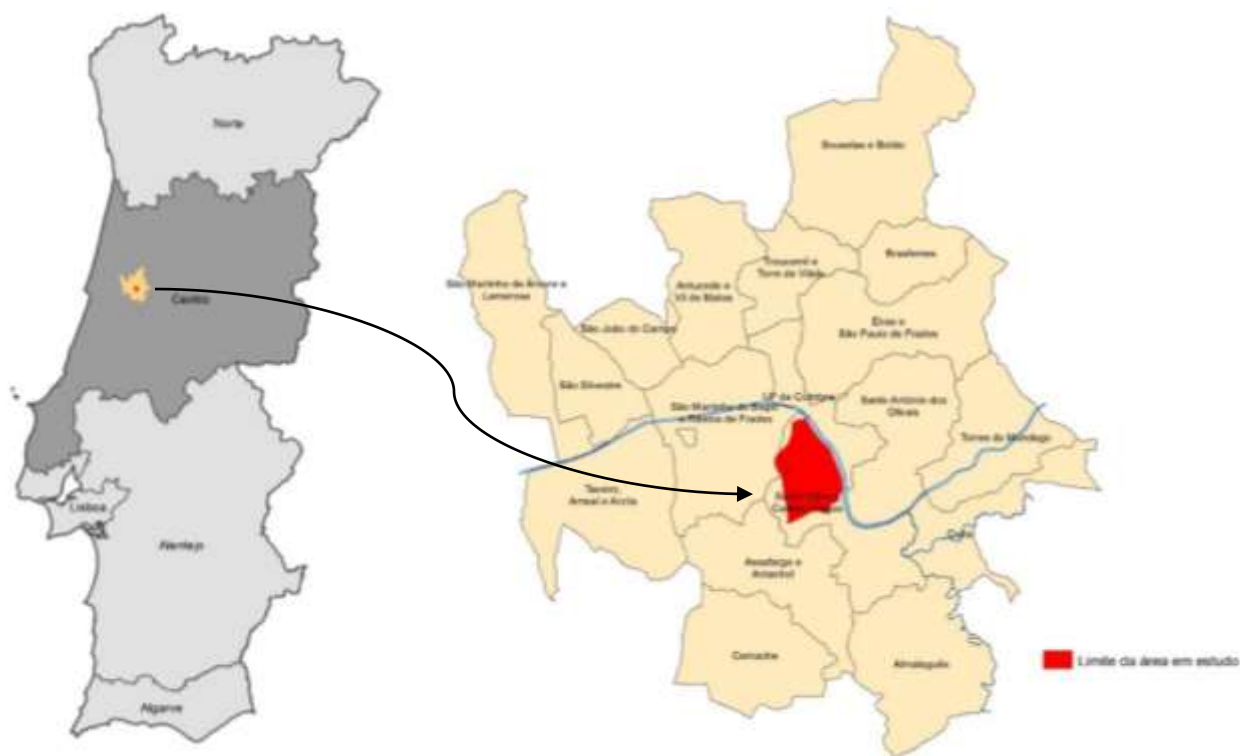


Figura nº2 - Enquadramento Geográfico

Fonte: CMC (Elaboração própria)

### 4.2 Evolução Urbana

Após a fundação da nacionalidade, Coimbra, a primeira capital de Portugal, organizava-se em duas áreas principais: Almedina e Arrabalde (actual Alta da cidade de Coimbra). Em torno destas áreas desenvolveram-se pequenos núcleos populacionais, como: Santa Clara, S. Paulo de Frades, Castelo de Viegas, Torre de Bera e Antuzede, entre outros.

O ano de 1537 constitui um marco importante na construção da cidade. D. João III reinstala a universidade e assim a cidade sofre uma grande evolução.

No final do século XVI a cidade tinha-se desenvolvido, como uma mancha contínua entre Santa Justa e a Praça Velha e assim se foi mantendo até quase finais do século XIX.



O século XVI foi ainda marcado pela a construção expansiva de edificadados, por exemplo o colégio S. José e os novos conventos de S. Francisco e de Santa Clara.

No século XVIII, com a reforma da Universidade, implanta-se o Jardim Botânico nos terrenos do Colégio de S. Bento.

A partir de 1880, assistiu-se a um crescimento urbano acentuado, sendo que a malha quinhentista rompe os seus limites.

Em meados do século XX assistiram-se a alterações profundas na parte interna da cidade com demolições da alta, para a construção de novos edifícios universitários e a construção dos primeiros bairros periféricos (atual Bairro Norton de Matos e o Bairro de Celas), para acolher os desalojados da Alta.

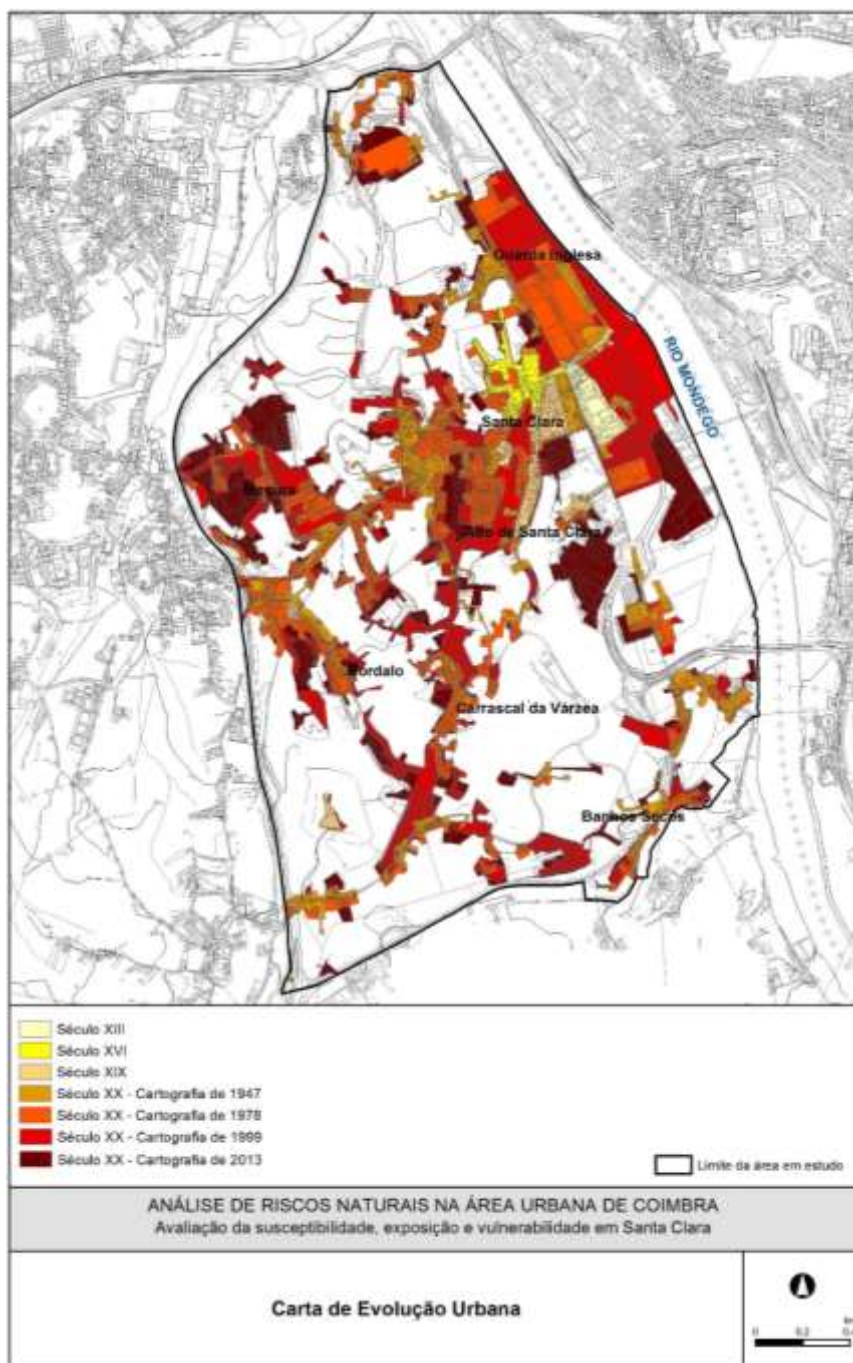
De 1947 até 1979 a área urbana cresceu muito significativamente. Este crescimento verificou-se quer por congregação de manchas urbanas periféricas existentes, quer por alargamento para as zonas não ocupadas.

No período de 1979 a 1999, o crescimento urbano verificou-se em toda a área do município. Entre 1999 e 2006, a área urbana teve um crescimento muito significativo, devido ao enorme conjunto de áreas objeto de loteamento.

Em síntese, nas décadas de 50, 60 e 70 do século XX a área urbana de Coimbra cresceu 883 ha, o que corresponde a uma média anual de 27,6 ha; Já nas décadas de 60 a 90 esse valor passou a 52,6 ha/ano. Por fim de 1999 a 2006 assistiu-se a uma nova subida, cerca de 130 hectares/ano.

Atualmente na margem esquerda, onde se localiza a área de estudo, verifica-se uma ocupação a partir de núcleos antigos, crescendo ao longo de antigos caminhos e estradas. É de assinalar um conjunto de novos equipamentos e serviços como o Fórum Coimbra, que têm contribuído para a existência de um dinamismo nesta área.

A carta seguinte, ilustra a análise da evolução urbana da área em estudo, do século XIII, até ao presente.



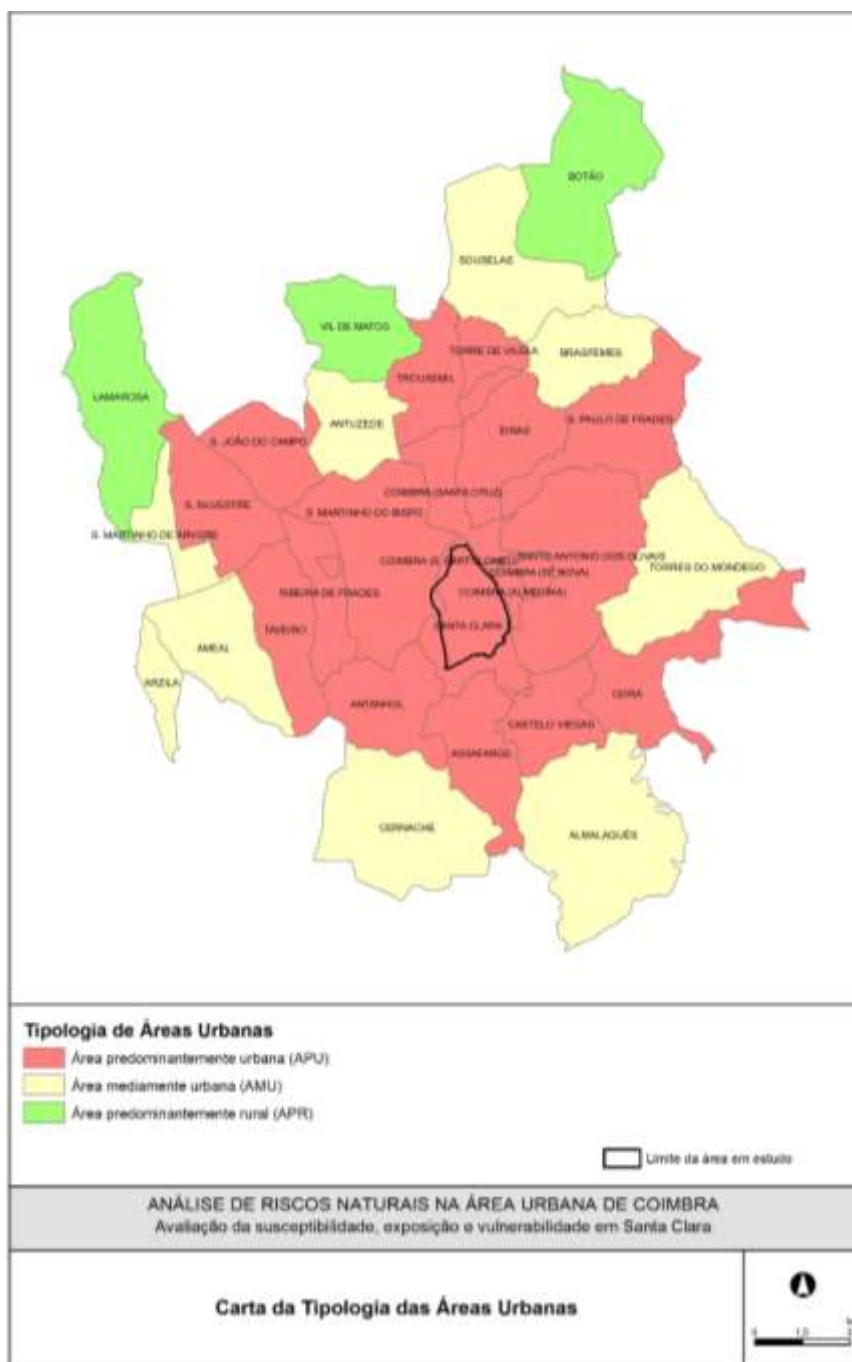
Carta nº1 - Carta de Evolução Urbana

Fonte: CMC (Elaboração própria)

### 4.3 Tipologia das Áreas urbanas de Coimbra

A carta que se segue expressa a tipologia de áreas urbanas por freguesia do município de Coimbra, de acordo com o INE, 2009.

Para melhor perceber onde se encontra integrada a área de estudo, considerou-se relevante a realização da carta nº2. Da análise da mesma, constata-se que 19 das 31 freguesias existentes, classificavam-se como áreas predominantemente urbanas.



Carta nº2 - Tipologia das Áreas Urbanas

Fonte: INE, 2009 (Elaboração própria)

De forma a entender com maior detalhe a área urbana de Coimbra, considerou-se relevante perceber os espaços de planeamento do município. Assim recorreu-se à abordagem realizada por, TAVARES, Alexandre; CUNHA, Lúcio (2004), no estudo intitulado “Espaços de Planeamento no concelho de Coimbra a partir da valoração das variáveis biofísicas, demográficas e sociais”. Neste sentido foram identificados e individualizados espaços e subespaços de planeamento, tendo sido adotada uma definição espacial aproximada às subsecções estatísticas.

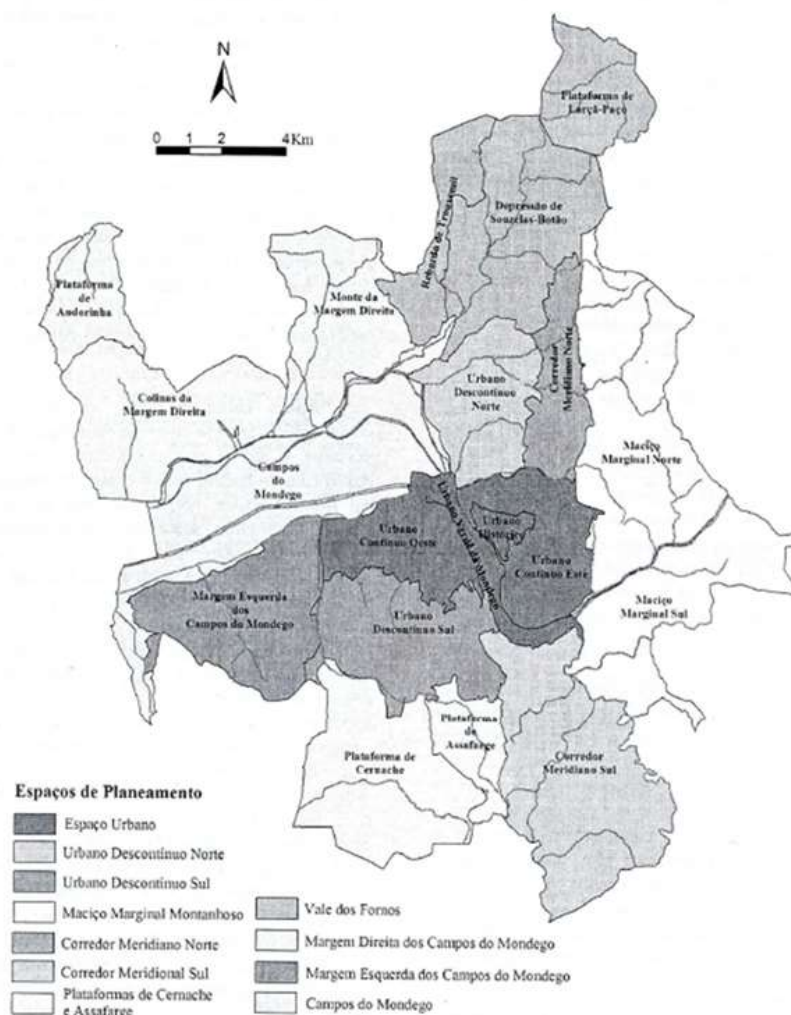


Figura nº3 - Espaços de Planeamento no concelho de Coimbra a partir da valoração das variáveis biofísicas, demográficas e sociais

Fonte: TAVARES; Alexandre;CUNHA,Lúcio (2004)

Segundo a metodologia apresentada, a área de estudo integra-se maioritariamente no espaço urbano **contínuo oeste** e urbano **descontínuo sul**.

Fazendo uma breve análise, o espaço urbano contínuo oeste é caracterizado por um espaço consolidado a partir dos núcleos históricos de Santa Clara e de S. Martinho do Bispo.

Este espaço materializa uma maior densidade populacional na margem esquerda do Mondego e inclui espaços residenciais com índice de utilização e número de pisos muitos diversos. No interior deste espaço subsistem ainda áreas de ocupação florestal e /ou arbustiva, as quais ganham preponderância para Sudoeste, em zona com utilização agrícola e nas zonas de proteção paisagística e património do Convento de Santa Clara-a-Nova e da Quinta das Lágrimas - Vale do Inferno. Para além dos edifícios históricos salientam-se neste espaço os equipamentos de saúde e escolares, que constituíram motivo de consolidação urbana, assim como algumas unidades industriais.

O espaço urbano descontínuo Sul constitui um espaço em que coexiste ocupação urbana residencial, atividades comerciais e industriais, bem como espaços seminaturais florestais e arbustivos. A consolidação urbana neste espaço tem vindo a ser incrementada, nas últimas duas três décadas, a partir de núcleos rurais pré-existentes (através da criação de um corredor edificado ao longo das vias rodoviárias, ou através da criação de novas áreas urbanizadas). Tudo isto se traduz, atualmente, na coexistência de índices e tipologias muito diferenciadas.

A vocação essencialmente comercial e industrial destaca-se no espaço contíguo à antiga EN1, atual IC2, e zona de Valongo, e coexiste com a ocupação florestal, a este de Palheira e em Valongo, e com a ocupação agrícola, em que existem inúmeras manifestações de instabilidade relacionadas com movimentos de massa.

Caracterizado pela elevada pressão de ocupação antrópica, num espaço em que a ocupação florestal e arbustiva ainda representa um continuum natural e um elemento paisagístico dominante, parece relevante a requalificação deste espaço e a implementação de medidas de redução dos riscos.

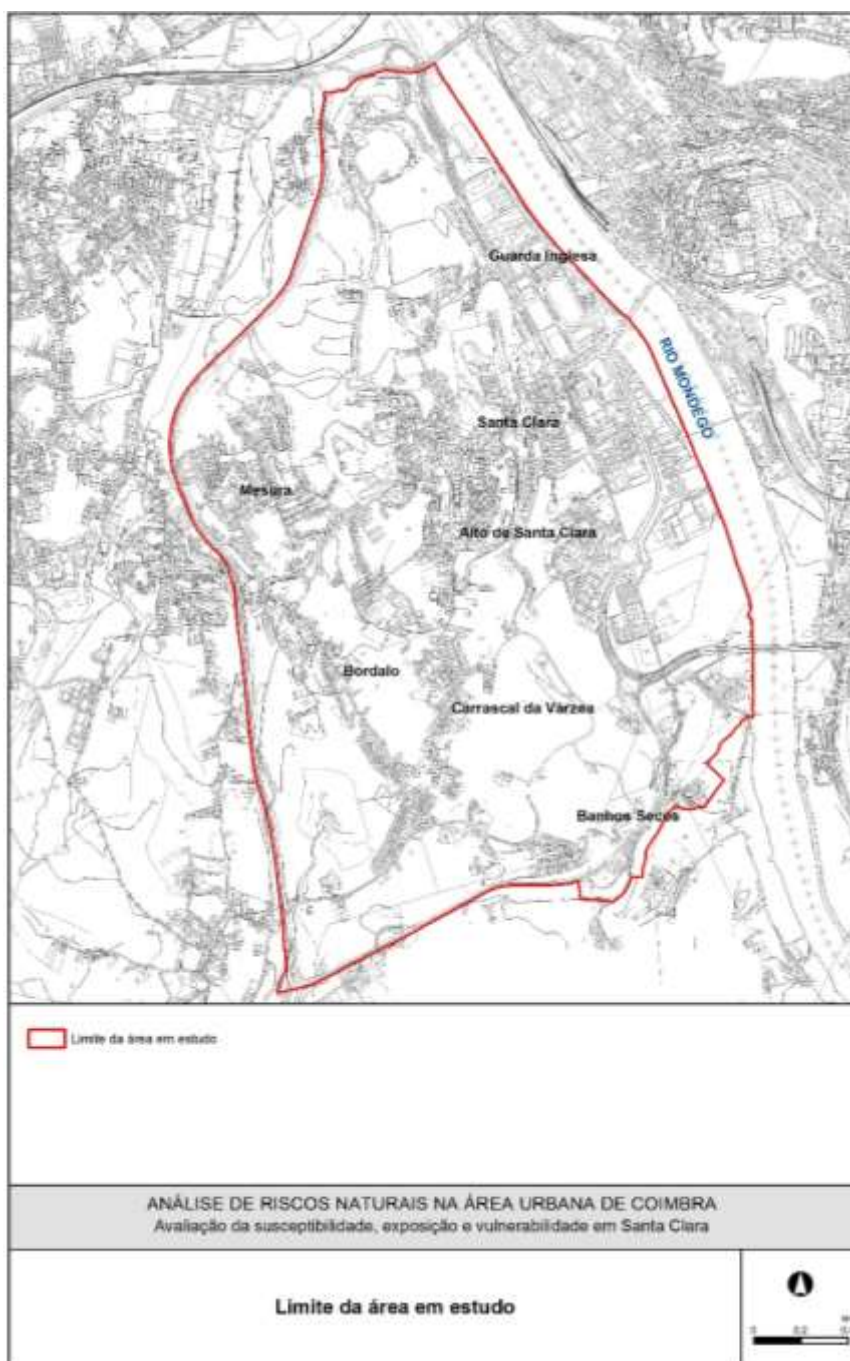
#### 4.4 Definição e Caracterização da área de estudo

Uma vez estudada de forma genérica a área urbana de Coimbra, o próximo objetivo da investigação é definir a área de estudo para proceder à avaliação da, suscetibilidade, vulnerabilidade e riscos mais marcantes no território.

Assim a escolha da área de estudo, partiu dos seguintes pressupostos:

- Crescimento urbano significativo na última década;
- Riscos Naturais presentes no território.

Com base nestes pressupostos, foi escolhida uma área com dimensão de 715 ha, delimitada a nascente pelo Rio Mondego, a sul pelo IC2, a poente pela variante sul do IC2 e a norte pelo nó rodoviário do Almegue.



Carta nº3 - Limite da Área em estudo

Fonte: CMC (Elaboração própria)

O território em estudo insere-se na margem esquerda da área urbana de Coimbra, segundo a delimitação utilizada pela câmara municipal em vários instrumentos de gestão territorial.

A área urbana de Coimbra divide-se em três espaços: margem direita, margem esquerda e zona norte, conforme a figura nº 4. O território em estudo insere-se na margem esquerda da área urbana de Coimbra, segundo a delimitação utilizada pela câmara municipal em vários instrumentos de gestão territorial.

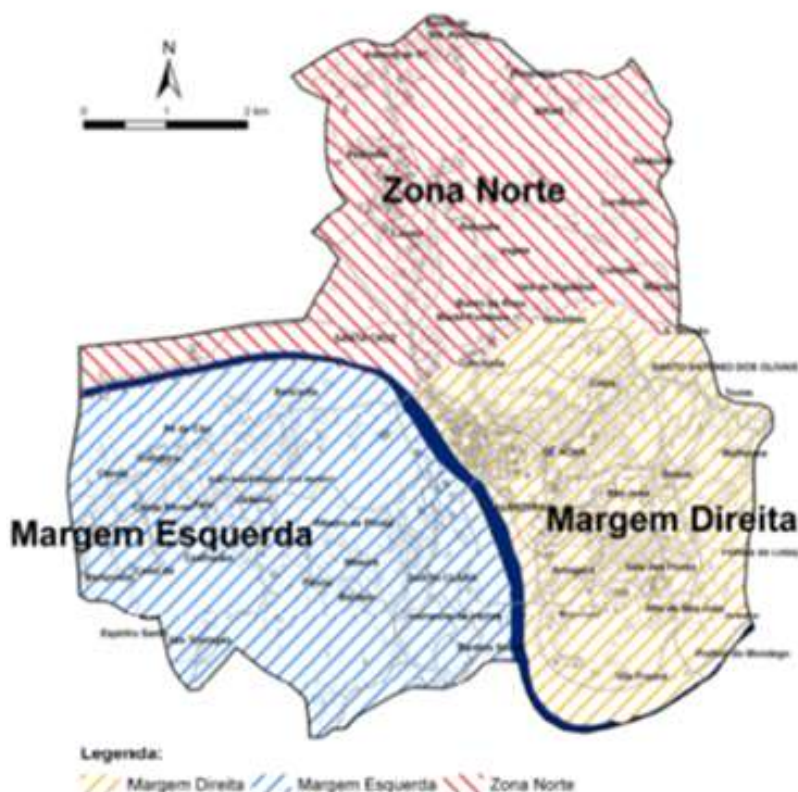


Figura nº4 - Divisão territorial do perímetro urbano da cidade de Coimbra

Fonte: FREIRIA, S, 2009

#### 4.4.1 Caracterização biofísica

Existem diversas condicionantes que podem influenciar os modelos de ordenamento do território a nível municipal: o uso e a ocupação do solo; os declives; a exposição das vertentes, entre muitos outros que irão ser apresentados seguidamente.

Apesar do carácter sistémico que os elementos do meio físico apresentam nas suas relações internas e na forma como são utilizados ou como influenciam as atividades humanas, o facto é que estes assumem um contributo fulcral nos processos perigosos.

#### 4.4.1.1 Relevo, Morfologia e Litologia

Genericamente, o território municipal pode dividir-se em três grandes unidades geomorfológicas: o maciço marginal de Coimbra, a Este, a planície aluvial do Mondego e dos seus afluentes e as colinas calcárias e gresosas, a Oeste.

Do ponto de vista morfológico, temos, a leste os relevos xistentos do Maciço Marginal de Coimbra com hipsometrias próximas dos 500 m, cortados pelos vales onde ocorrem os rios Mondego, Ceira e seus afluentes. A oeste encontram-se formas suaves de colinas areno-conglomeráticas, calcomargosas e calcárias que raramente ultrapassam os 200 metros.

O substrato litológico influencia fortemente a ocorrência dos movimentos de vertente, determinando as propriedades de resistência friccional e coesiva, as condições de infiltração, circulação e armazenamento da água no terreno que determinam a sua competência de resistência à rutura (TEIXEIRA, 2005).

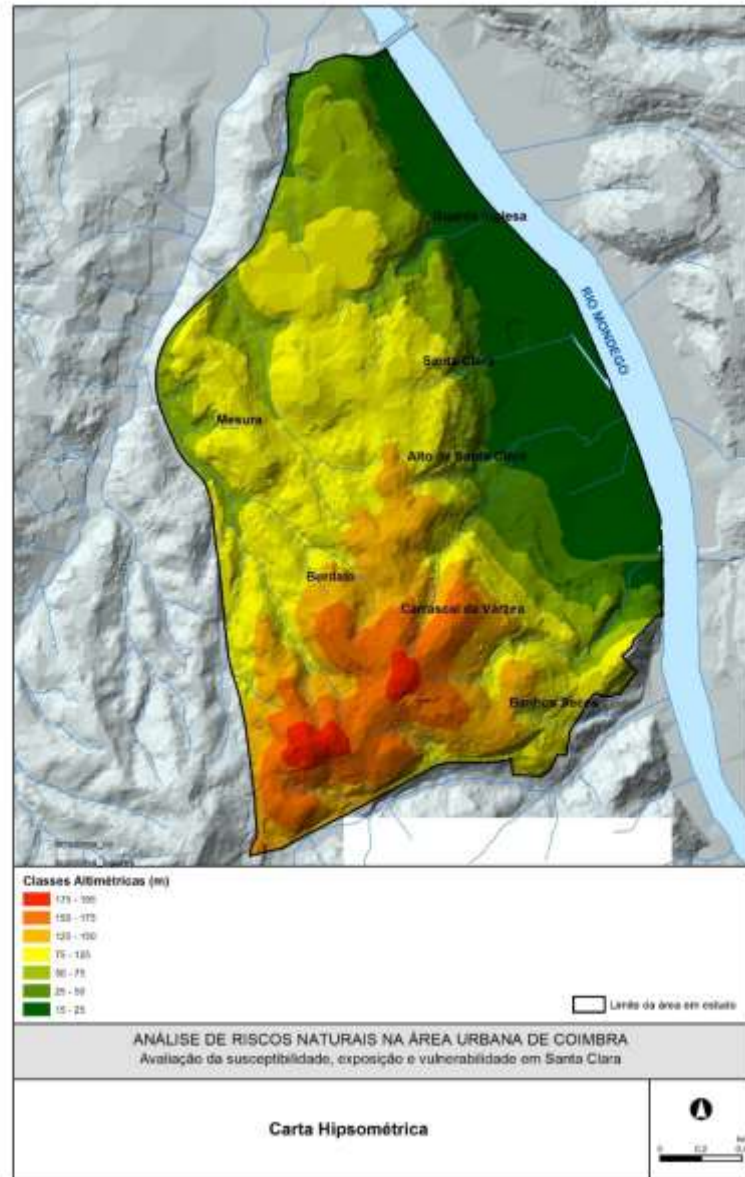
A área em estudo, situa-se na margem esquerda do Mondego, onde predominam as formas mais suaves das colinas areno-conglomeráticas, calcomargosas e calcárias.

Existem ainda algumas formas fluviais que ajudam a moldar a paisagem de transição entre as gargantas do Maciço Marginal e o Baixo Mondego, como por exemplo, a escarpa existente em Santa Clara (escarpa do vale do Mondego), situada a jusante da Ponte Rainha Santa Isabel.

Da análise da distribuição das classes hipsométricas da área em estudo, (carta nº4), constata-se que as altitudes aumentam em direcção a sul, apresentando uma cota máxima de 185 m de altitude. Já no que diz respeito às cotas inferiores estas observam-se a Norte e Este, ou seja a altitude diminui junto à planície aluvionar.

As classes altimétricas com maior representatividade na área em estudo são as classes dos 15 - 25 m e dos 25 - 50 m e correspondem ao vale do Mondego.





Carta nº4 - Hipsométrica

Fonte: CMC (Elaboração própria)

Já quanto à litologia (carta nº 4), observa-se que nesta área predominam litologias com as seguintes características:

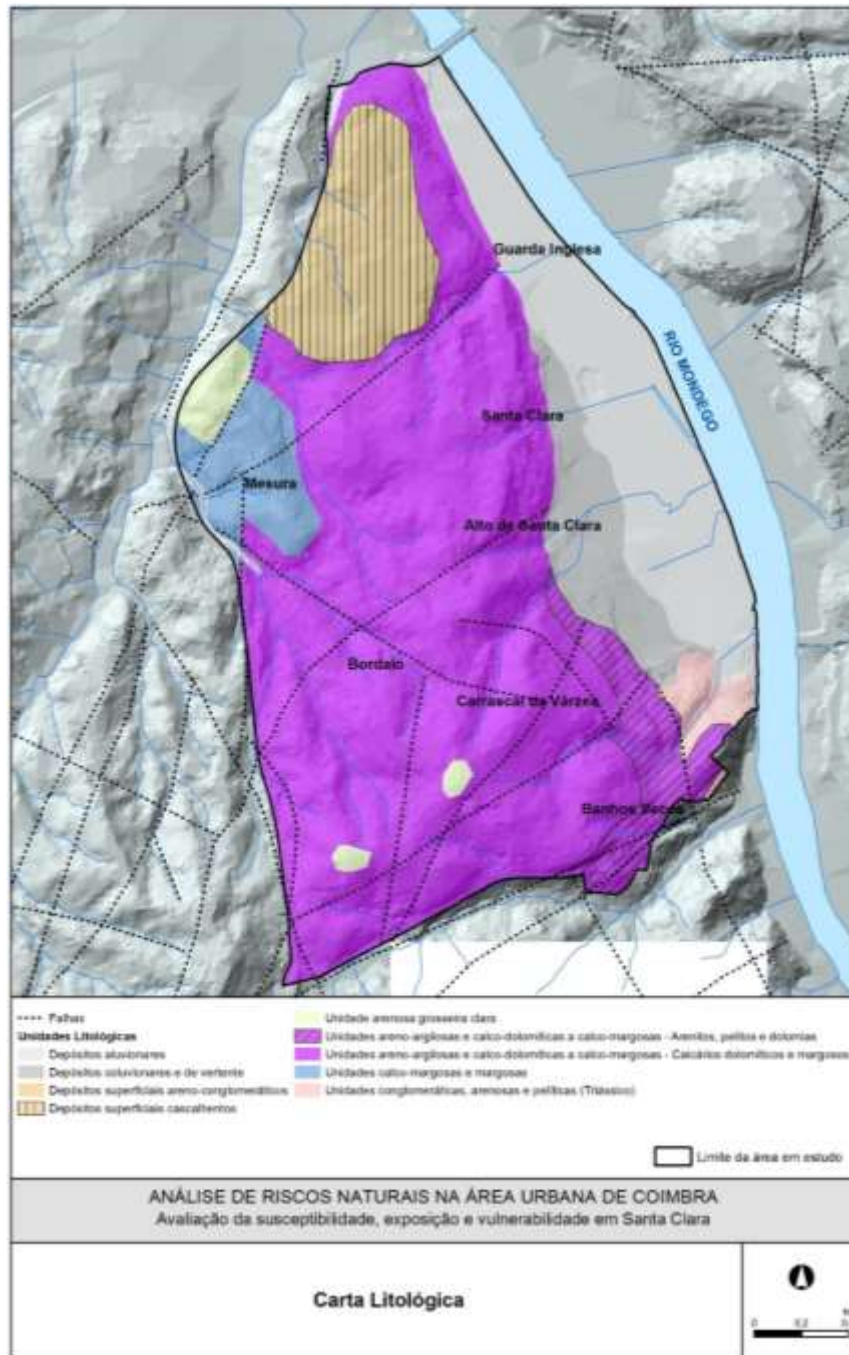
- **Depósitos aluvionares** - representam a segunda litologia com maior representatividade na área, estes "São no geral constituídos por corpos conglomeráticos, corpos arenosos grosseiros, corpos arenosos finos a silteosos micáceos, corpos pelíticos e corpos pelíticos orgânicos (lodosos). Estão reconhecidos valores de compacidade do to muito solto a muito compacto de média a elevada compressibilidade. Estes depósitos podem apresentar condições

*geotécnicas desfavoráveis com comportamento mau a pouco satisfatório em fundações e escavações superficiais, exibem nível freático elevado.” (TAVARES, 2006).*

- **Depósitos coluvionares e de vertente** - *“São depósitos que mostram alguma adaptação granulométrica à morfologia do substrato encaixante e que resultam da evolução dos materiais nas vertentes do solo, ação da gravidade e do transporte hídrico. Estes depósitos têm especial relevância na Quinta das Lágrimas e Lages . São genericamente corpos friáveis com comportamento não a moderadamente plásticos. Manifestam elevada mobilidade á erosão hídrica quando saturados e potenciados por declives >15%, evidenciam movimentos de fluxos ou deslizamentos rotacionais. As características geomecânicas são globalmente desfavoráveis com comportamento mau ou pouco satisfatório em fundação e escavação.” (TAVARES, 2006).*
- **Depósitos Superficiais Areno-Conglomeráticos** - *“São constituídos por corpos conglomeráticos, areno-conglomeráticos, arenosos e silto-argilosos. Genericamente apresentam-se friáveis e pouco compactos, podendo revelar-se compactos na presença de cimentação férrica ou em níveis pelíticos maciços sobreconsolidados.” TAVARES, 2006).*
- **Depósitos Superficiais Cascalhentos** - *“estão representados num conjunto de depósitos pliocénicos e quaternários, representando dinâmicas fluviais e ou torrenciais não atuais, relacionados com a evolução do rio Mondego e seus afluentes. Mais concretamente, os depósitos cascalhentos representados pelos corpos cascalhentos, areno-cascalhentos, arenosos e silto-argilosos, sobressaem na área urbana de Coimbra, nomeadamente em Santa Clara/Fórum, estes preenchem as formas de dissolução das unidades carbonatadas subjacentes, apresentando-se genericamente friáveis a pouco compactas, localmente com carapaças férricas compactas tendo em corpos mais finos comportamento moderado a muito plástico. Apresentam um comportamento satisfatório em fundações profundas e em escavações temporárias e evidenciam contrastes de permeabilidade. Há formas de erosão hídrica e evidências de movimentos de fluxo e desprendimentos.” (TAVARES, 2006).*

- **Unidade Arenosa Grosseira Clara** - *“é constituída por arenitos grosseiros e microconglomerados. À superfície a unidade apresenta-se friável a pouco compacta e exibe elevada permeabilidade. Os termos mais finos têm carácter não ou pouco plástico. O comportamento em fundação e escavação temporária depende da maturidade do material, granulométrico dominante ou da fração ortoquímica, de cimentação, mas apresenta-se globalmente satisfatório.”* (TAVARES, 2006).
- **Unidades Areno Argilosas e Calco- Dolomíticas a Calco-Margosas, Arenitos, Pelitos e Dolomías** - detêm maior predominância na área em estudo, encontram-se bem representadas a sul do rio Mondego, caracterizadas pela diversidade de fácies em que estão representados termos carbonatados, pelíticos e gessosos, com carácter alternante. Os termos de base são genericamente arenosos, médios a grosseiros carbonatados e os termos do topo exibem sequências entre estratos carbonatados (dolomíticos e margosos) e níveis silto-argilosos. Os termos mais resistentes podem apresentar-se muito compactos e pouco alterados, observando-se afloramentos e comportamento mau em fundação e escavação; localmente observam-se formas de dissolução. Observam-se movimentos de instabilidade sob a forma de deslizamentos (localmente profundos), fluxos e reptação. (TAVARES, 1999; 2003; 2006).
- **Unidades areno-argilosas e calco-dolomíticas a calcomargosas - Calcários dolomíticos e margosos** - encontra-se bem representada a Sul de Coimbra, constitui por exemplo, o substrato de Santa Clara, *“sendo frequentemente delimitada cartograficamente por alinhamentos tectónicos responsáveis pela movimentação de blocos e pela estrutura genérica muito pendendo para ocidente”* É representada por calcários dolomíticos e calcários margosos, possuindo níveis lenticulares de brechas carbonatadas e níveis silto-argilosos, nomeadamente plásticos. Apresenta *“condições geomecânicas favoráveis e comportamento genericamente razoável à fundação e escavação, contudo detém ainda elevadas limitações de aptidão quando afetado por fraturas, na presença de lentículas brechóives silto-argilosas e em especial na presença de forma de dissolução superficiais ou profundas. Observam-se movimentos de instabilidade com queda de blocos, deslizamentos translacionais, ou abatimentos, nomeadamente em zonas com elevada compartimentação ou associadas a formas de dissolução preenchidas com materiais silto-argilosos ”* (TAVARES, 2006).

- **Unidades Calco-Margosas e Margosas** - *“são constituídas, genericamente, pela alternância de termos carbonatados e termos margosos concrecionados, calcários e pelítos se sobrepõem calcários margosos e bioclásticos. Superiormente aparece apresentada uma larga sucessão de termos margosos e estratos carbonatados com variável espessura, e com representação volumétrica diferenciada. Para o topo aparecem margas calcárias concrecionadas alternando com calcários margosos. Apresentam condições geomecânicas pouco favoráveis nas fácies margosa e pelítica e comportamento medíocre em fundação e escavação, sendo essencialmente controlada pela alternância de termos e heterogeneidade na organização lítica. São observáveis frequentes movimentos de massa sob a forma de deslizamento rotacionais superficiais e profundas, queda de blocos, processos de reptação; nas vertentes mais expostas há importante erosão hídrica com formação de sulcos e barrancos.”* (TAVARES, 2006)
- **Unidades Conglomeráticas Arenosas e Pelíticas**- *“são constituídas por conglomerados com termos areníticos e pelíticos, organizados com corpos lenticulares a que se sobrepõem arenitos microconglomerados, pelítos micáceos com estratificação regular. Em termos genéricos, estas unidades apresentam características geomecânicas favoráveis, com comportamento razoável em fundação e escavação, excetuando os termos granulométricos mais finos. Localmente são observados movimentos de instabilidade sob a forma de deslizamentos, desprendimentos, ou fluxos (nomeadamente associados à fracturação”.* (TAVARES, 2006).



Carta nº5 - Carta Litológica

Fonte: CMC (Elaboração própria)<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Com base nos estudos de caracterização física realizados através do Acordo Programa estabelecido entre a Câmara Municipal de Coimbra e a Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade de Coimbra, no âmbito dos estudos de revisão do Plano Director Municipal. (Tavares, 2006)

#### 4.4.1.2 Declives

Os declives das vertentes representam um dos mais importantes elementos condicionantes dos movimentos de materiais em vertentes, estando na dependência da estrutura litológica, da tectónica e das condições de evolução geomorfológica (condicionando a própria litologia e os modos de ocupação do solo). Têm também um importante papel na avaliação das inundações e nos incêndios no interface urbano-florestal.

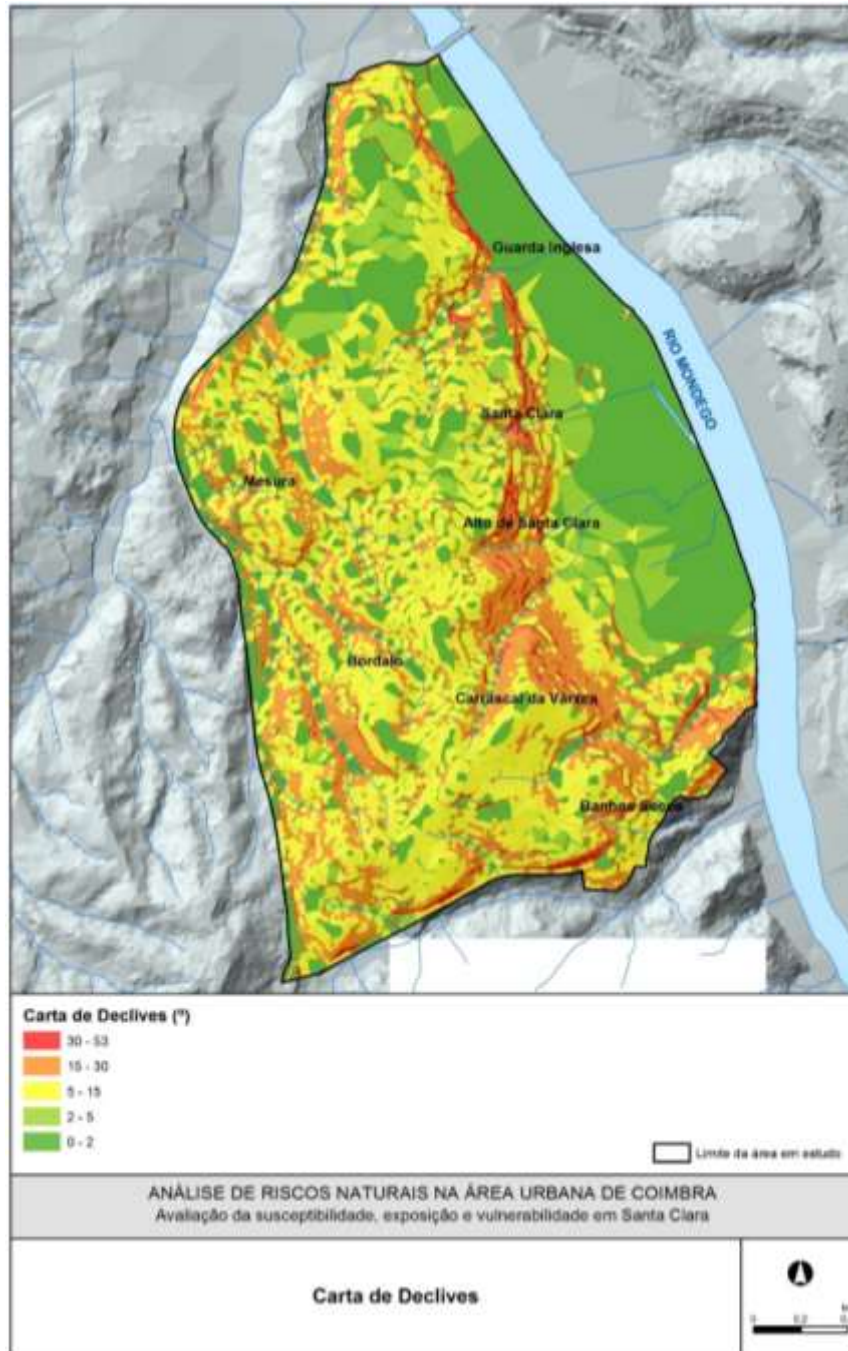
Contudo, estes serão considerados de forma diferente. Nas inundações irá partir-se do seguinte pressuposto: quanto menor o declive maior o nível de suscetibilidade; já no caso dos movimentos em massa, quanto menor o declive, menor será a sua suscetibilidade.

No que concerne aos incêndios, quanto maior o declive maior será a velocidade de propagação do incêndio.

Na área de estudo predominam os declives pouco acentuados e moderados, sendo que a área correspondente à planície aluvionar apresenta valores entre os 0 e os 5 graus, ou seja os declives menos acentuados.

Os declives mais elevados (superiores a 15 graus) apresentam menor representação, contudo não deixam de ter a sua relevância perante a ocorrência de eventos perigosos associados a riscos naturais.

Assim, as classes dos declives mais representativas na área em estudo são a dos 0 aos 2 graus, representando 22,9% da área, e a dos 5 aos 15 graus, representando 45,6%. Em síntese a área em estudo não apresenta áreas muito declivosas.



Carta nº6 – Carta de Declives

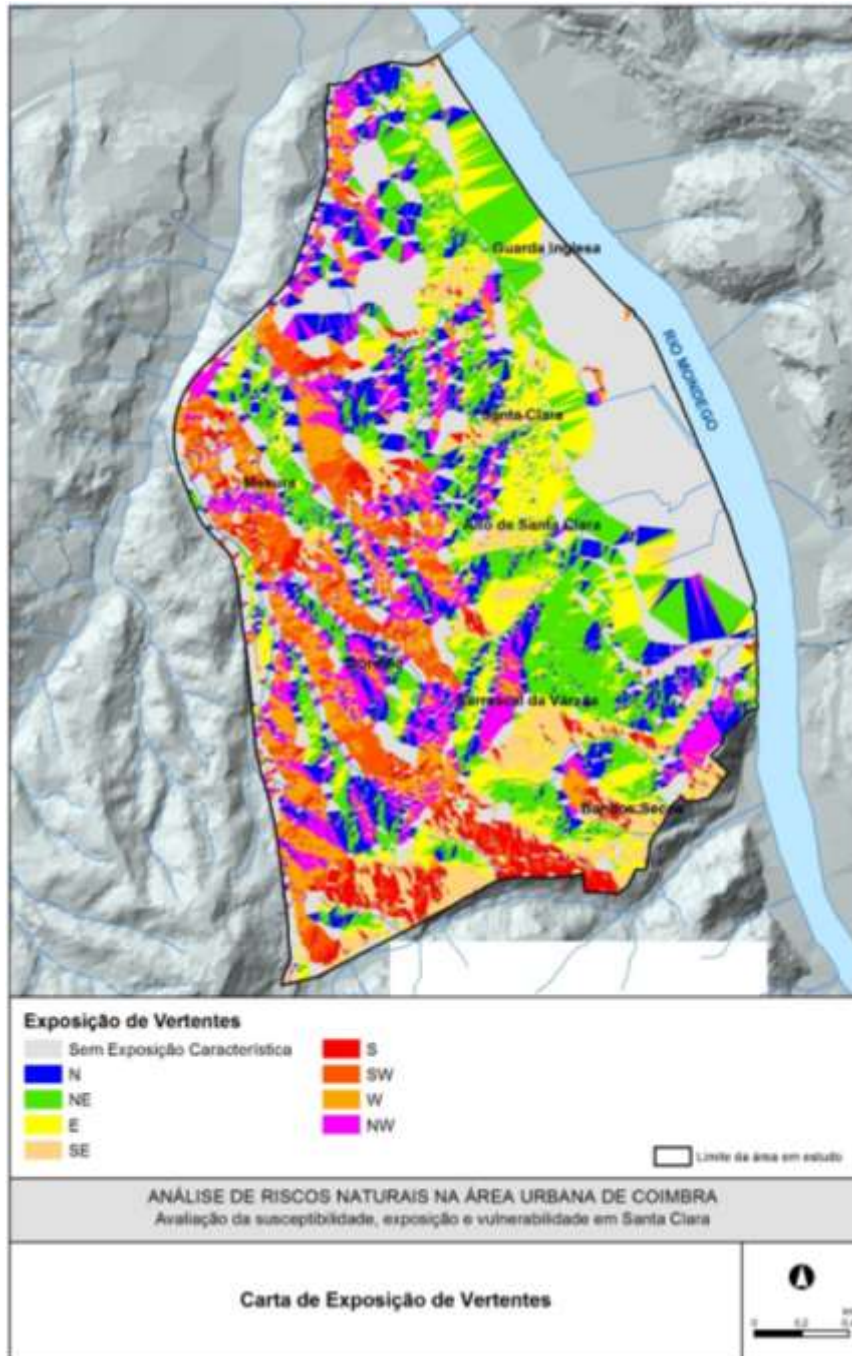
Fonte: CMC (Elaboração própria, com base na altimetria da cartografia à escala 1/5000 )

#### 4.4.1.3 Exposição das Vertentes

A exposição das vertentes indica-nos a insolação que recebem. No hemisfério norte as vertentes voltadas a sul estão mais expostas ao Sol, portanto, recebem mais insolação (vertentes soalheiras) enquanto as vertentes a norte têm mais período de sombra (vertentes umbrias), podendo este facto, condicionar a existência de maior ou menor humidade nos solos (PIEIDADE, 2009). Assim, numa área com relevo muito acidentado, as exposições das vertentes podem constituir particularidades físicas e climáticas relevantes, no que diz respeito à dinâmica das vertentes.

Da análise da carta de exposição das vertentes (carta nº7), observa-se que dominam as vertentes sem exposição característica e as vertentes voltadas a Nordeste. A classe que expressa as vertentes sem exposição característica representa 33,38% da área de estudo, enquanto que a classe das vertentes voltadas a nordeste representa 14,9%. As vertentes sem exposição característica, estas associadas à existência de planície aluvionar do Mondego e de alguns morros de cimo aplanado.





Carta nº7 - Exposição das Vertentes

Fonte: CMC (Elaboração própria, com base na altimetria da cartografia à escala 1/5000 )

#### 4.4.1.4 Forma das vertentes

Esta condicionante física do território foi considerada relevante para a avaliação dos movimentos em massa.

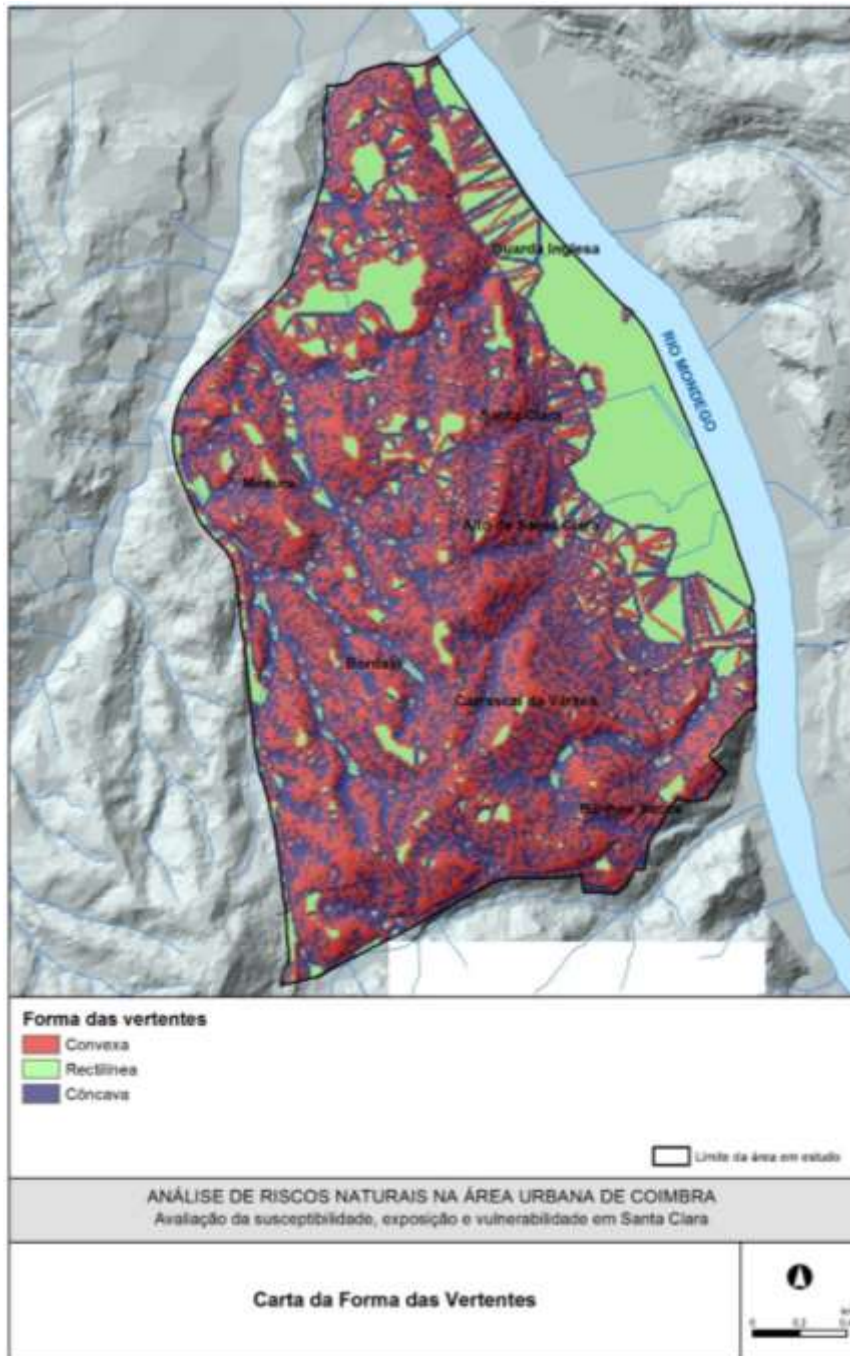
Assim, “*se as vertentes forem retilíneas, com declives acentuados e constituídas por materiais impermeáveis, há promoção do escoamento superficial*”, advindo uma menor pressão interna nas vertentes por acumulação de água (TEIXEIRA, 2005). Contrariamente, se essas vertentes apresentarem acumulação de água, a consequente saturação dos terrenos das vertentes é facilitada, o que poderá contribuir para a ocorrência de um movimento de massa em vertentes.

Os sectores côncavos das vertentes são áreas propícias à existência de instabilidade nas vertentes, não só pelo seu importante papel na convergência dos fluxos de água, mas também por frequentemente se encontrarem preenchidos por material detrítico de origem coluvial. Tudo isto leva a que haja uma saturação dos solos, podendo provocar deslizamentos e fluxos de terra e de lama (RENEAU et al., 1984; FERNANDES et al., 2001).

Da análise da carta nº8, consta-se que as vertentes retilíneas são as mais abundantes. Contudo as áreas onde se localizam não detêm na generalidade declives muito acentuados, pelo que não contribuem de forma muito relevante para a análise dos movimentos em massa.

As vertentes convexas, encontram-se sobretudo nos calcários dolomíticos e, nesta litologia, podem ocorrer vales suspensos, por falta de acompanhamento do encaixe wurmiano do vale do Mondego. As vertentes convexas encontram-se, ainda, em vertentes com declives mais acentuados, podendo assim contribuir para a existência de instabilidade das mesmas.

Na generalidade, observa-se na área de estudo o domínio das vertentes convexas e côncavas.



Carta nº8 - Forma das vertentes

Fonte: CMC (Elaboração própria, com base na altimetria da cartografia à escala 1/5000 )

#### 4.4.1.5 Ocupação do solo

Uma das melhores formas para avaliar a área em estudo é proceder à análise da ocupação do solo. Que permitirá demonstrar a mistura dos usos urbano, agrícola e florestal.

O crescimento desordenado dos aglomerados e a urbanização dispersa ou alinhada ao longo das vias de comunicação são apontados como os principais responsáveis da destruição das paisagens, na medida em que constituem fatores determinantes no aparecimento de descontinuidades das ocupações agrárias, silvícolas e silvo-pastoris, bem como no aumento de espaços expectantes.<sup>4</sup>

A urbanização dispersa afeta o equilíbrio dos ecossistemas, o que tem repercussões nos riscos naturais.

Embora a área de estudo se encontre totalmente incluída na área considerada pela Câmara Municipal de Coimbra como urbana, no que diz respeito à ocupação do solo as “Florestas e meio naturais e semi-naturais-florestas” e as “Florestas e meios naturais e semi-naturais-florestas abertas e vegetação arbustiva e herbácea” têm uma grande representatividade (carta nº9).

Segundo a mesma, na área de estudo predominam:

As florestas e meios naturais e semi-naturais, onde se incluem as florestas, vegetação arbustiva e herbácea e áreas naturais com pouco ou, nenhum coberto vegetal:

- As florestas, constituem áreas ocupadas por conjuntos de árvores florestais de regeneração natural, sementeira ou plantação. As árvores devem, em condições climáticas normais, ter uma altura superior ou igual a 5 metros e no seu conjunto constituir uma área com grau de coberto superior ou igual a 30%. O subcoberto não é dedicado à agricultura nem a atividades recreativas inseridas num contexto urbano.
- As florestas abertas e vegetação arbustiva e herbácea, são áreas com coberto vegetal composto, principalmente por arbustos e vegetação herbácea. Inclui comunidades herbáceas, sebes, coníferas anãs, matos, vegetação esclerófito, prados e florestas abertas, degradadas ou em regeneração.

---

<sup>4</sup> Espaços expectantes- São espaços que se encontram localizados em zonas consolidadas da cidade e que nem sempre estiveram vagos, têm uma identidade que lhes pertence, mas que devido a mudanças de funções, de proprietário, de incapacidade de resposta à função que tinham, tornaram-se espaços abandonados, obsoletos.

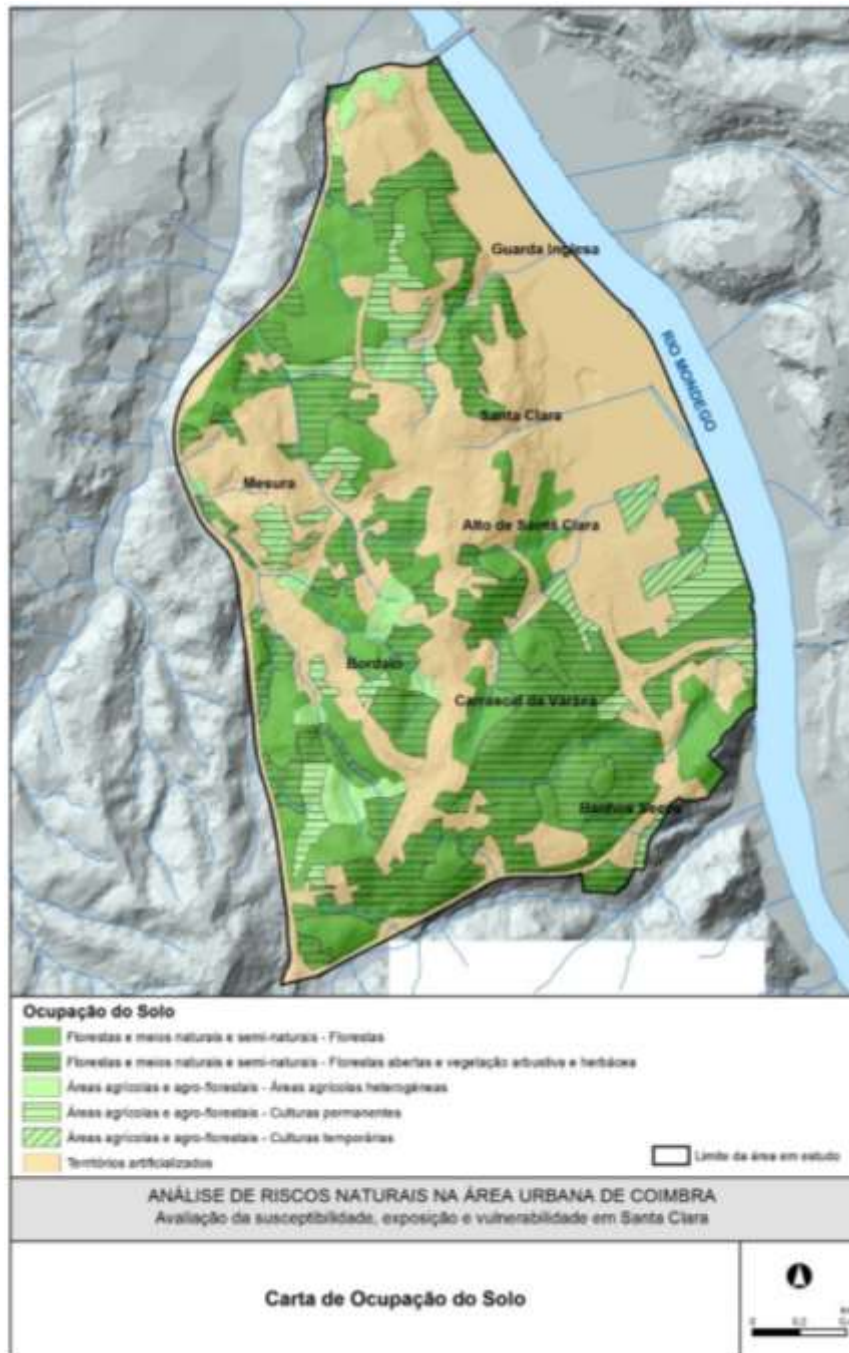
Predominam também, as áreas agrícolas e agroflorestais, que são constituídas por terras aráveis, culturas permanentes, prados e pastagens permanentes. Incluem sistemas agroflorestais, podendo ter culturas temporárias, ou culturas permanentes.

- As culturas temporárias, são aquelas cujo ciclo vegetativo não excede um ano (anuais) e as que não sendo anuais são ressemeadas com intervalos que não excedem os 5 anos.
- As culturas permanentes, ocupam a terra durante um longo período e fornecem repetidas colheitas, não entrando em rotações culturais. Esta classe não inclui prados e pastagens permanentes. Fazem parte desta classe os pomares, olivais e vinhas para a produção.

Para finalizar, os territórios artificializados, que ocupam a maioria da área em estudo, são caracterizados por superfícies construídas ou ajardinadas, destinadas a atividades relacionadas com as sociedades humanas. Esta classe inclui áreas de tecido urbano, áreas industriais, áreas comerciais, rede rodoviária e ferroviária, áreas de serviços, jardins ou parques urbanos e equipamentos culturais e de lazer.

As manchas significativas de ocupação florestal, estas representam áreas sensíveis, no que concerne aos incêndios, em virtude da sua proximidade aos aglomerados populacionais.

No que diz respeito aos movimentos de massa, a existência de uma ocupação florestal significativa, poderá contribuir para o controlo da erosão hídrica através da retenção da água.



Carta nº9 - Ocupação do Solo da área de estudo

Fonte: CMC (Elaboração própria, adaptada da COS 2007)

#### 4.4.1.6 Vegetação Autóctone

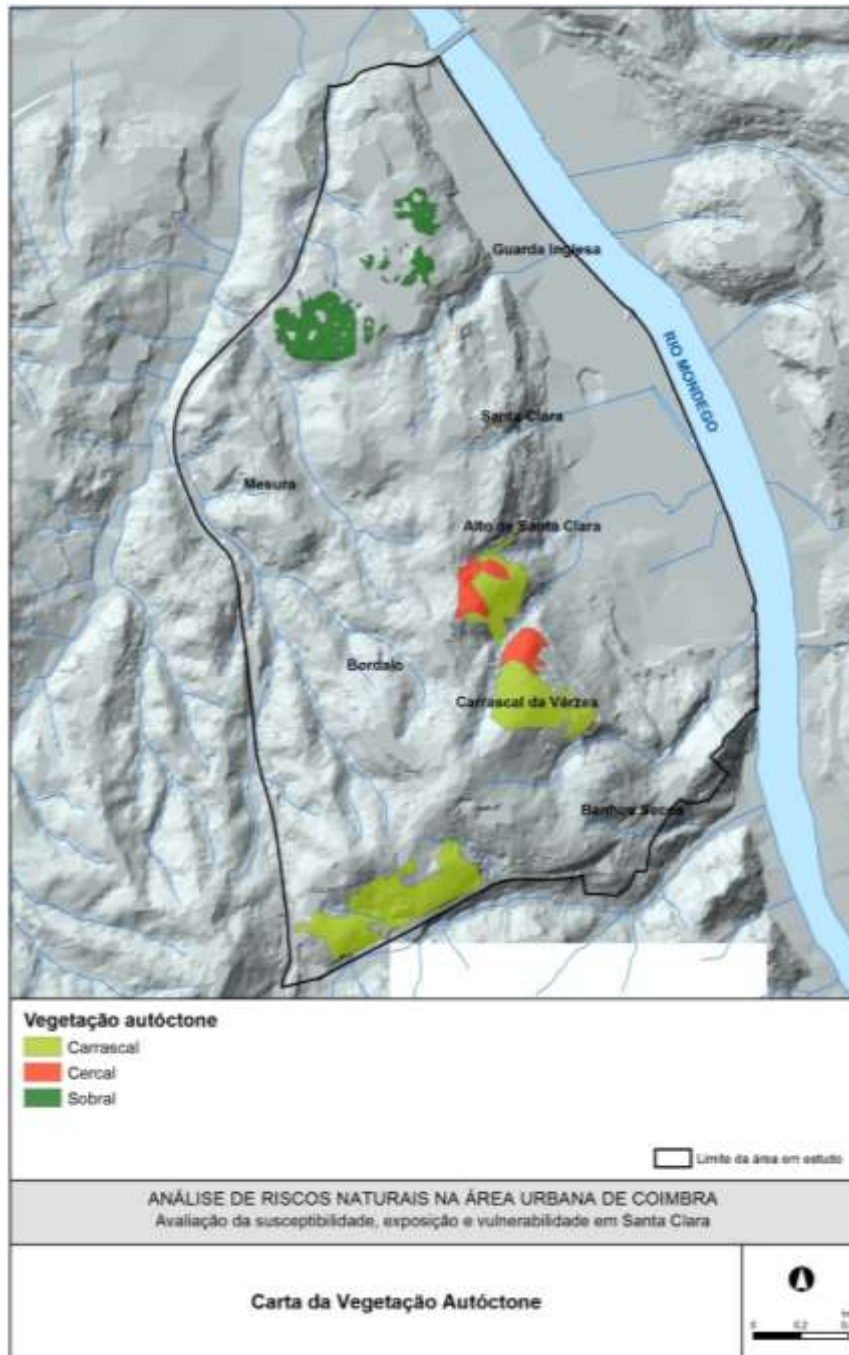
O estudo da vegetação autóctone constitui hoje um meio essencial na proteção dos recursos naturais e na conservação da biodiversidade.

Embora o município de Coimbra apresente uma enorme variedade de espécies vegetais autóctones, a sua representatividade em termos vegetacionais é muito reduzida.

Este facto deve-se a causas como: arroteamentos agrícolas; expansão urbana; degradação dos solos (por erosão ou por urbanização); expansão da silvicultura industrial; extração de inertes e invasão de espécies vegetais exóticas.

Na carta nº 10, estão representadas espacialmente as formações de vegetação autóctone existentes na área em estudo, verificando-se a dominância do “carrascal”. Este povoamento subflorestal predomina a sul/sudeste da área de estudo. Duas das manchas significativas do mesmo, encontram-se na área do Carrascal da Várzea e do Planalto de Santa Clara. Nestas áreas, estão ainda presentes o domínio do cercal.

Já no que concerne ao domínio do sobral, este corresponde ao segundo domínio mais significativo da área em estudo, localizando-se a norte/noroeste.



Carta nº10 - Vegetação Autóctone da área de estudo

Fonte: CMC (Elaboração própria)<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Com base no estudo realizado no âmbito da revisão do PDM de Coimbra- “Flora e vegetação autóctones do concelho de Coimbra- Contributo para a sua salvaguarda em Planos de Ordenamento do Território”. (LOPES, Maria; Amaral, Pedro; FERREIRA, Luis, 2012)



#### 4.4.2 Caracterização socioeconómica

Após a caracterização biofísica da área em estudo, realizou-se uma análise da componente social e económica, pois esta exerce também um papel fulcral na análise dos riscos. A ocupação humana interfere nos mesmos, mas pode também contribuir para alterações no meio físico.

A caracterização das atividades económicas desenvolvidas pela população, expressam o grau de vulnerabilidade do meio social quando este é afetado por um processo natural perigoso.

##### 4.4.2.1 Principais aspetos demográficos

Segundo os Censos 2011, o município de Coimbra detinha uma população residente de 143396 habitantes.

Com uma área de 319,4 km<sup>2</sup> e uma densidade populacional de 449 hab/km<sup>2</sup>, nas freguesias mais centrais da cidade chega mesmo a atingir os 4213 hab/km<sup>2</sup>.

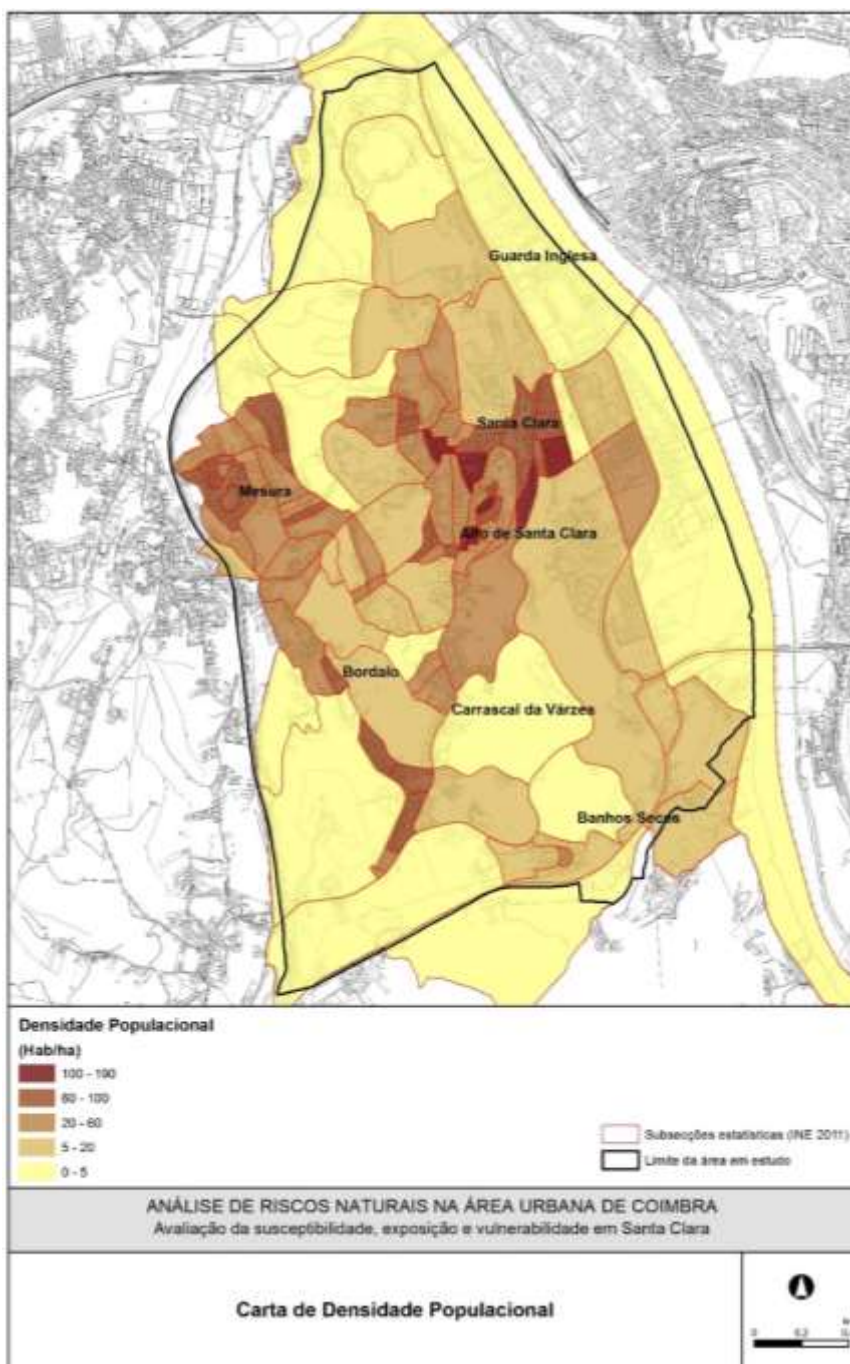
No último período censitário (2001-2011) Coimbra assistiu a uma regressão demográfica significativa (-5047 indivíduos) representando um decréscimo populacional de -3,4%, contrariando a tendência da década anterior.

Em relação à estrutura etária da população, verificou-se um elevado envelhecimento demográfico acompanhando a tendência nacional. A percentagem de jovens tem vindo a diminuir, apresentando em 2001 valores de 13,8% do total da população, em 2011 verificou-se um decréscimo de 1,4%. Já no que diz respeito à população idosa, fez-se sentir o inverso, observando-se um aumento considerável, entre 1991 e 2011 de, cerca de 10,9%. Esta tendência traduz-se em 2011 num índice de envelhecimento de 162,3%, ou seja por cada 100 jovens (até aos 14 anos) há 162 idosos (com mais de 65 anos).

No que concerne a área de estudo, da qual fazem parte 107 subsecções estatísticas, unidade territorial considerada para a análise demográfica e socioeconómica, esta tem uma população residente de 9253 indivíduos, representando cerca de 6,45% da população total residente no município.

A carta nº11, retrata na área em estudo a distribuição espacial da população por subsecção estatística.

Verifica-se da análise da carta nº11 a existência de uma concentração populacional na área central e a poente, nomeadamente nos lugares de Santa Clara, Alto de Santa Clara e Mesura.



Carta nº11 - Densidade Populacional da área de estudo

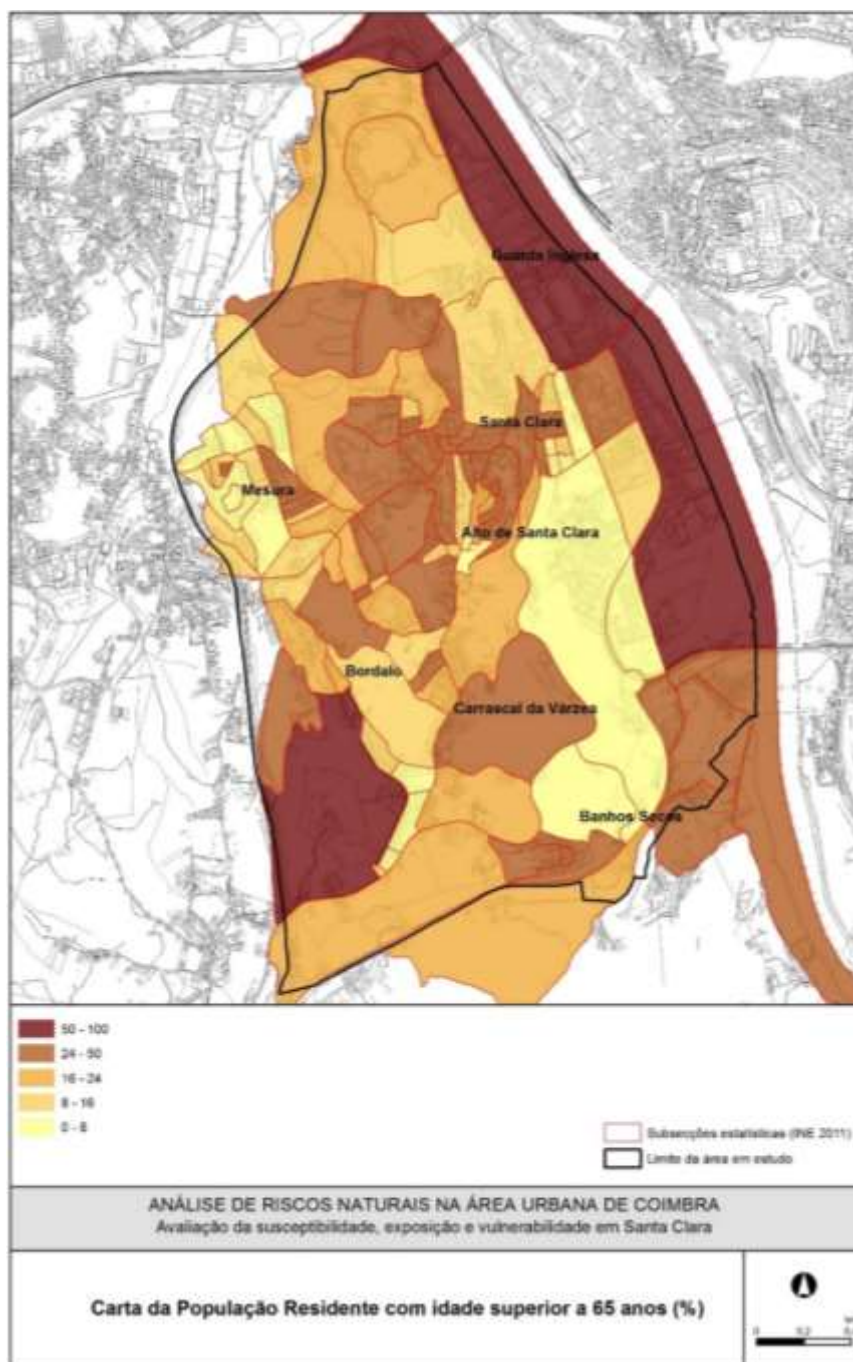
Fonte: CMC (Elaboração própria)

Considerou-se ainda relevante o estudo dos grupos etários predominantes na área de estudo, permitindo ter uma noção mais alargada da população existente num dado momento. Assim observou-se a predominância da faixa etária dos 20 aos 64 anos, que representa cerca de 64,5% do universo populacional. Os indivíduos com idade superior a 65 anos (1658) representam cerca de 17,9% da população total, sendo a segunda faixa etária com maior representatividade.

A faixa etária dos indivíduos com idades entre os 0 e 14 anos é a terceira mais representativa, correspondendo a 12,8% da população total.

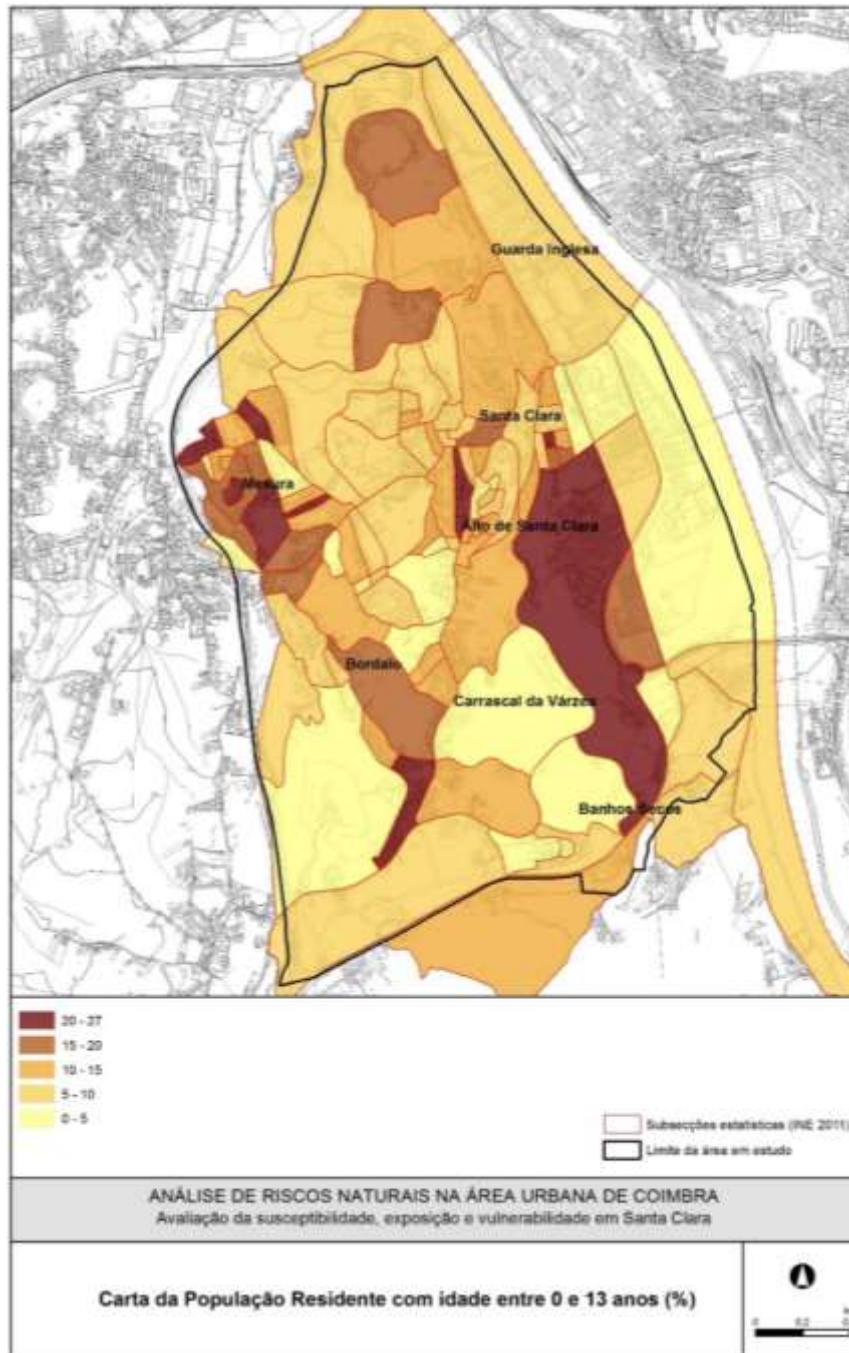
As cartas seguintes (cartas nº12 e 13), dizem respeito à população residente por classes etárias representadas por subseção estatística. As subsecções estatísticas da área de estudo com maior percentagem representativa da população com idade superior a 65 anos, localizam-se na área junto ao Rio Mondego, o que poderá ter a ver com a existência de edificado mais antigo onde residem habitualmente os indivíduos mais idosos.

Já no que diz respeito à percentagem de população residente com idades entre os 0 e os 13 anos, as áreas com maior percentagem encontram-se na área junto ao aglomerado populacional do Alto de Santa Clara e Mesura.



Carta nº12 - População Residente, por subsecção estatística com idade superior a 65 anos (%)

Fonte: CMC (Elaboração Própria)



Carta nº13 - População Residente, por subsecção estatística com idade entre os 0 e os 13 anos (%)

Fonte: CMC (Elaboração própria)

A população envelhecida tem alguma relevância na área em estudo. Esta questão pode estar associada à problemática dos riscos, uma vez que a presença de população envelhecida, além de aumentar a vulnerabilidade, poderá influenciar a perceção do risco.

Outra observação importante, é o facto deste grupo de indivíduos apresentar muitas vezes mobilidade reduzida, o que poderá refletir-se em situações de eventos perigosos. O nível de escolaridade permite perceber se a população tem mais facilidade em reconhecer os riscos e de adotar boas práticas perante a existência dos mesmos.

Para além da análise dos indicadores demográficos já referidos, considerou-se também a análise do grau de escolaridade da população residente, de forma poder perceber-se se a população da área em estudo tem um conhecimento generalizado dos riscos.

Segundo a análise efetuada, o grau de escolaridade com maior representatividade é o ensino superior, 2663 indivíduos, ou seja aproximadamente 28,77% da população total. Segue-se o segundo e terceiro ciclo do ensino básico com cerca de 1599 indivíduos, ou seja 17,28% da população total, e em terceiro lugar o ensino secundário, representa aproximadamente 15,99% da população total. Realça-se o facto de o grau de escolaridade mais representativo corresponder ao ensino superior, sendo importante realçar a existência de 185 indivíduos analfabetos, ou seja aproximadamente 2% da população.

#### 4.4.2.2 Atividades Económicas

Coimbra detém uma forte componente económica no que concerne ao setor dos serviços. Em 2011 apresentava uma taxa de atividade de 49,9%, valor superior ao nacional e ao da Região Centro (48,2 e 45,5%, respetivamente).

A população empregada em 2011 no município representava 44,35% da população total (63598 indivíduos).

Ao nível dos setores de atividade económica, o setor primário apresentava em 2011 um valor residual, com cerca de 1% da população (421 indivíduos). Já o setor secundário representava 15,07% (9588 indivíduos), e, por fim o setor predominante, o terciário contribuía com 84,26% (53589 indivíduos) da população ativa residente no município.

No que diz respeito ao território em estudo considerou-se importante a análise da estrutura da população segundo os setores de atividade económica, o que permite de uma forma geral perceber a dinâmica económica da área.

O setor de atividade económica mais representativa é o terciário, representa 88,07% (3894) da população residente empregada; em segundo lugar surge o setor secundário, com 523 indivíduos, o que corresponde a 11,56%, e em último lugar aparece o setor primário, que apresenta um valor residual, sem expressão na população da área em estudo.

A maior representatividade do sector terciário tem a ver com o facto da área em análise ser predominantemente urbana e de grande parte das atividades existentes estarem ligadas aos serviços.



Figura nº5 - Setores de Atividade Económica da área em estudo, em 2011

Fonte: Censos 2011

#### 4.4.2.3 Equipamentos principais e Rede Viária

A caracterização dos equipamentos e da rede viária na área em estudo prende-se com o facto das mesmas contribuírem de forma vital para a avaliação dos riscos.

Assim, tendo em conta a exposição dos bens, serão considerados relevantes: o património, os equipamentos principais e a rede viária que servem de apoio à comunidade existente no território.

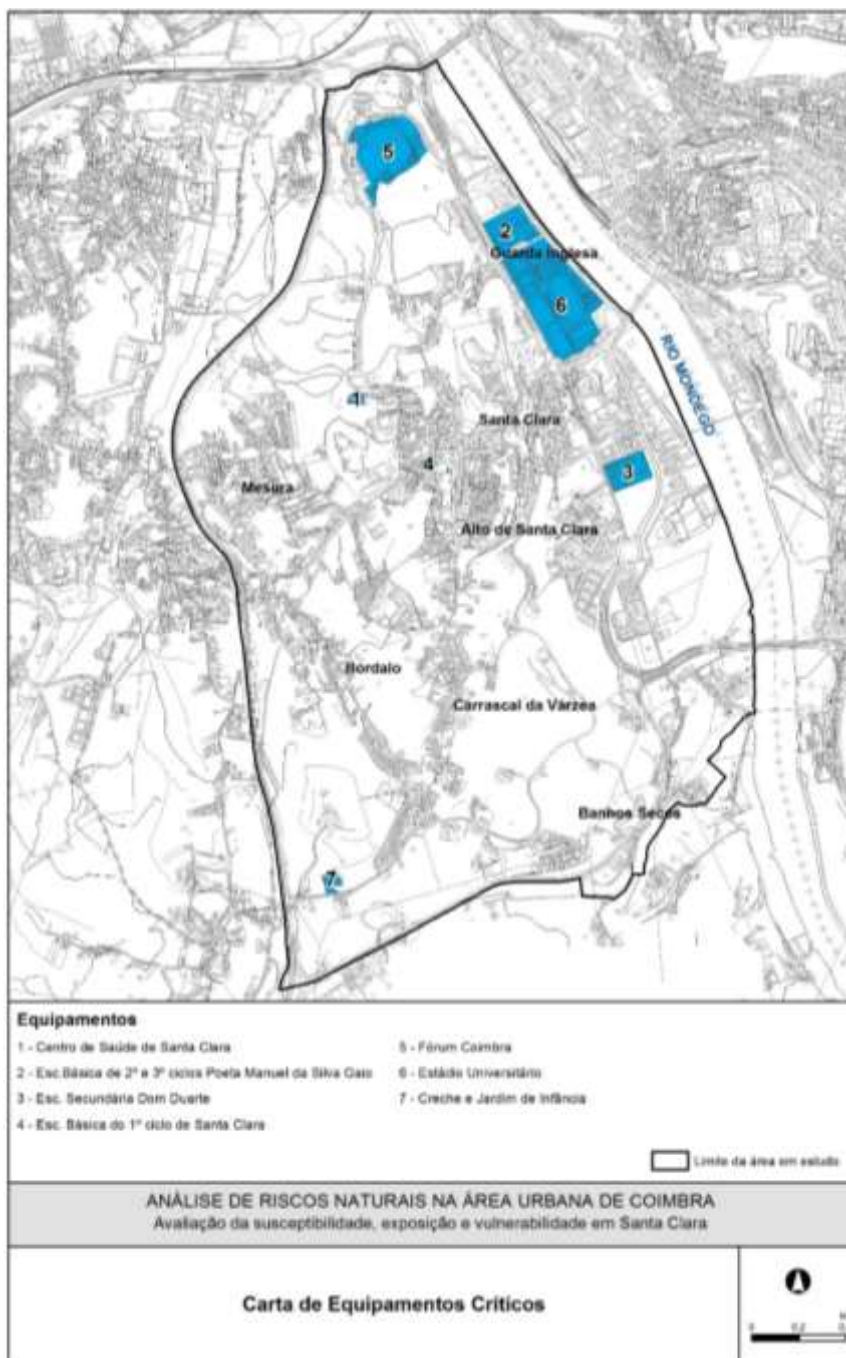
Na generalidade, Coimbra encontra-se bem servida de equipamentos sociais e boas acessibilidades.

No que diz respeito aos equipamentos identificados na área de estudo e representados na carta nº14, consideraram-se todos os que do ponto de vista dos riscos pareceram mais pertinentes, sendo designados por equipamentos críticos, pois nestes normalmente existe uma grande concentração de pessoas, muitas delas pertencentes a grupos etários de risco,

como por exemplo as creches, jardins de infância e escolas. Em caso de ocorrência de um evento perigoso deverá ter-se uma atenção especial na evacuação das pessoas do locais afetados.

Já no que concerne á localização dos mesmos, considera-se relevante ter-se uma atenção especial, ou seja estes não deverão estar localizados em áreas suscetíveis a ser atingidas por possíveis processos perigosos marcantes no território.

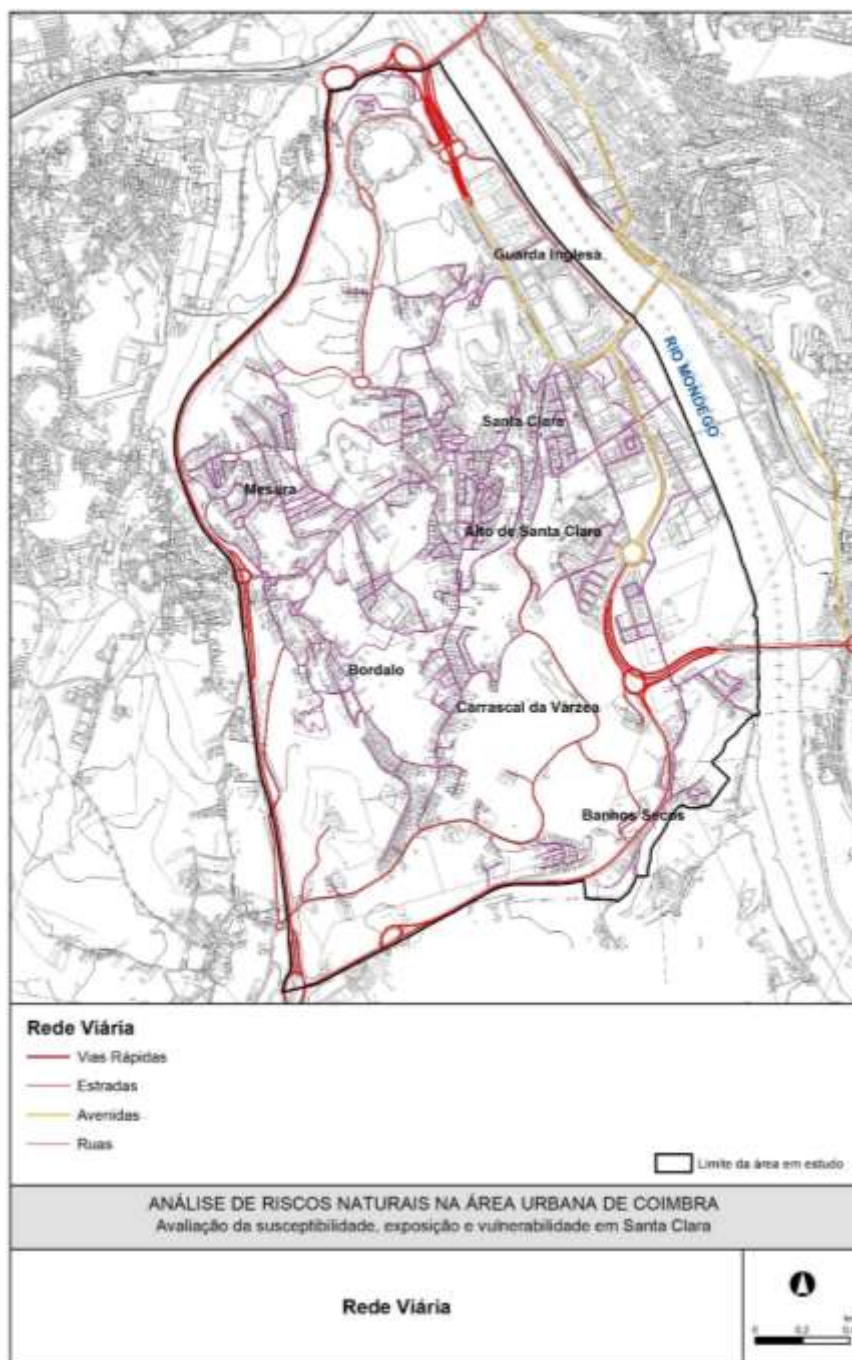




Carta nº14 - Equipamentos da área de estudo

Fonte: CMC (Elaboração própria)

Em relação à rede viária, estão representadas na carta nº 15 todas as vias rápidas, estradas, avenidas e ruas existentes na área em estudo. A própria área de estudo encontra-se delimitada na sua maioria por umas das principais vias rápidas existentes, o IC2. Verifica-se, ainda, a existência de núcleos populacionais em torno desta via, que considere ser um elemento relevante para a investigação, tanto na avaliação dos bens expostos, como na análise dos incêndios no interface urbano-florestal.



Carta nº15 - Rede viária principal da área de estudo

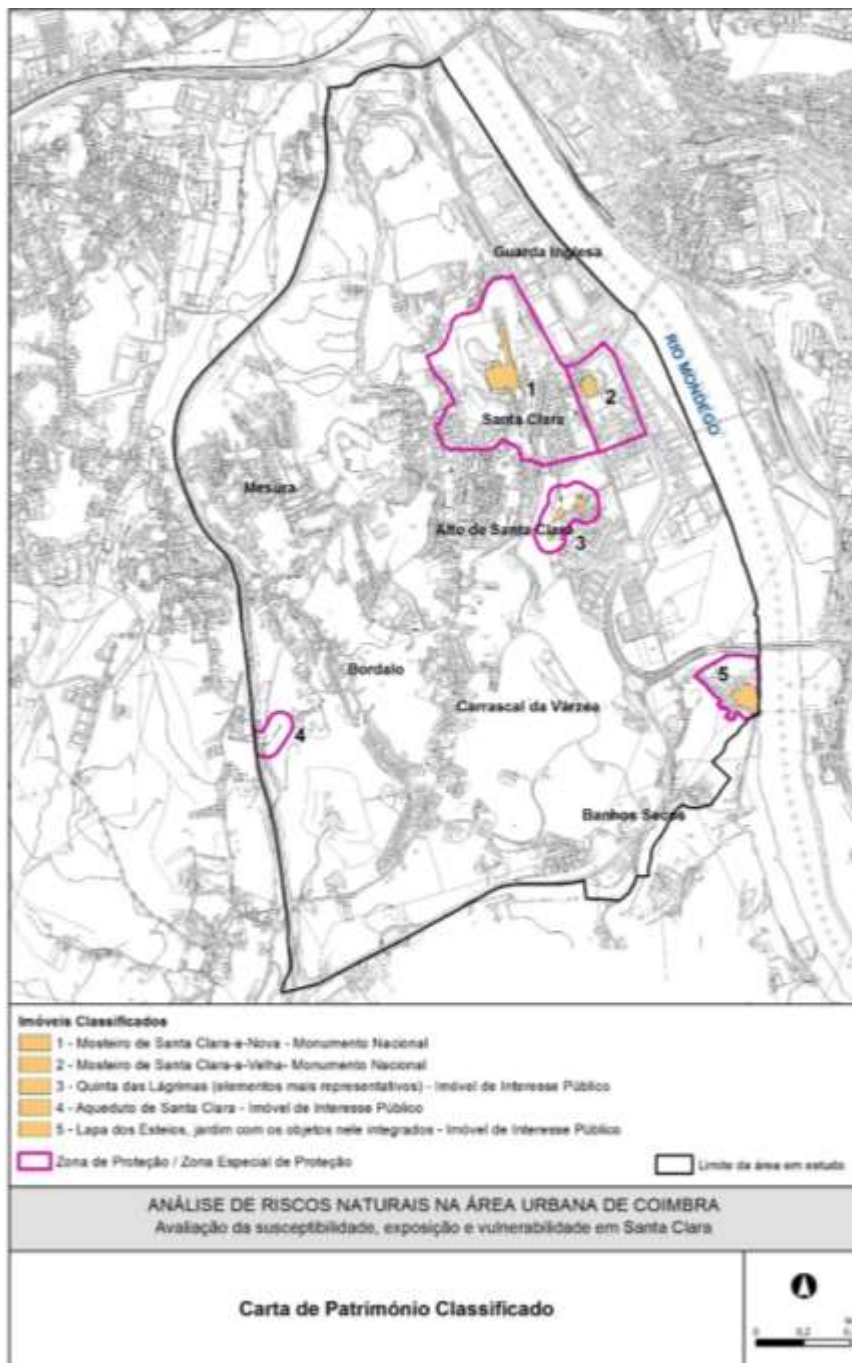
Fonte: CMC (Elaboração própria)

Por fim, o património classificado e respetivas zonas de proteção foram também considerados como elementos relevantes na análise do território.

Ao nível do património construído, os elementos mais importantes estão classificados como tendo interesse patrimonial, estando enquadrados na categoria de monumentos nacionais, e

imóveis de interesse público. Na carta nº 16, estão identificados todos os elementos patrimoniais relevantes no território:

- Mosteiro de Santa Clara-a-Velha (Monumento Nacional);
- Mosteiro de Santa Clara-a-Nova (Monumento Nacional);
- Quinta das Lágrimas (Imóvel de Interesse Público);
- Aqueduto de Santa Clara (Imóvel de Interesse Público);
- Lapa dos Esteios, jardim com objetos nele integrados (Imóvel de Interesse Público).



Carta nº16 - Património Classificado da área de estudo

Fonte: CMC (Elaboração própria)

## 5 Avaliação do risco

### 5.1 Metodologias de Avaliação dos Riscos

Para avaliar os riscos existentes na área de estudo, procedeu-se à utilização de metodologias que permitirão cartografar modelos preditivos de suscetibilidade, vulnerabilidade e risco.

Considerando a dimensão da área a tratar, a disponibilidade de informação em formato digital e o principal objetivo desta investigação, o de identificar as áreas de risco a uma escala pormenorizada, achou-se conveniente utilizar um método determinista. Este é aplicável a escalas de análise com maior pormenor, em que as diferentes ponderações serão o resultado de um processo empírico interativo de análise causa-efeito entre os diferentes fatores considerados. Deste modo, irá proceder-se à elaboração de cartas de suscetibilidade e cartas de vulnerabilidade. Da relação destas irá resultar a carta de risco para o território em análise.

Todos estes procedimentos foram elaborados em ambiente SIG, recorrendo a técnicas e ferramentas de cartografia automática.

Para a avaliação da suscetibilidade a movimentos de massa e incêndios no interface urbano - florestal, adotou-se uma metodologia quantitativa, que define o risco baseando-se nos fatores condicionantes ligados á dinâmica natural do meio e aos fatores socioeconómicos que exprimem as fraquezas do meio natural.

Já no que diz respeito à suscetibilidade a inundações, o método será diferente, sendo delimitadas as áreas inundáveis no território em estudo, tendo em conta os exemplos de anteriores inundações.

O modelo metodológico da avaliação dos riscos partirá do seguintes pressupostos:

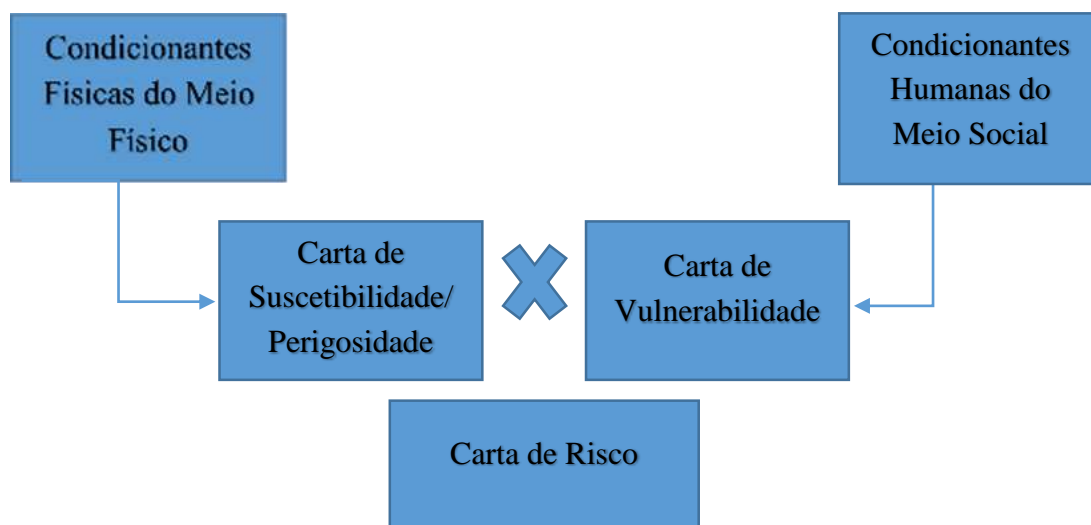


Figura nº6 - Modelo metodológico da avaliação dos riscos<sup>6</sup>

Fonte:(Elaboração própria)

Partindo do cruzamento de diversas variáveis, serão identificados os elementos condicionantes. Para tal, procedeu-se à recolha de bibliografia que aborda a descrição e cartografia de situações de risco, analisaram-se relatórios e documentos realizados pela Câmara Municipal de Coimbra, (exemplo o PMDFCI - Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios, PDM - Plano Diretor Municipal), pesquisaram-se vários trabalhos académicos, artigos científicos, legislação, entre outros elementos que pareceram pertinentes para alcançar a informação pretendida.

A recolha dos dados foi processada da seguinte forma: observação de fotografia aérea e ortofotomapas; recolha de dados do último período censitário (2011), permitindo assim obter informação referente à caracterização da população, edificado, alojamento e território, que serão analisados tendo como base as subsecções estatísticas.

---

<sup>6</sup> O conceito de suscetibilidade não é completamente independente do conceito de probabilidade temporal. Ou seja, o tempo não é independente do espaço. Assim os locais onde há maior probabilidade de acontecer um evento perigoso têm também maior tendência para que esse evento se manifeste mais vezes. Só assim o conceito de suscetibilidade pode assumir um pouco o sentido do conceito de perigosidade que associado ao conceito de vulnerabilidade permitem chegar ao conceito de risco.

Sabendo que a análise terá em consideração as subseções da área em estudo, constatou-se que algumas se encontram parcialmente integradas nesta área, pelo o que apenas serão incluídas as que detêm a maioria da informação estatística dentro do limite da área em estudo. As restantes serão excluídas pois a informação que possuem é residual, ou até mesmo nula.

Numa segunda fase da investigação, irei recorrer-se ao software Google Earth, mais especificamente à ferramenta “Street View”, que permite realizar uma análise mais concreta dos locais onde se realizaram recentes intervenções.

Os dados recolhidos serão tratados com recurso ao software Excel e SPSS STATISCS 20, de modo a facilitar a análise dos mesmos.

Seguidamente, utilizei o software Arcgis 10.1 para a aplicação das metodologias SIG de modelação e para a realização dos cartogramas.

A avaliação do risco tem um elevado interesse para os instrumentos de ordenamento e planeamento municipal, pelo que a delimitação de áreas de risco e o estudo das áreas mais vulneráveis, poderão auxiliar na determinação das condicionantes, restrições de utilização e uso do solo, entre outras, ou até mesmo na adoção de medidas mitigadoras que auxiliem na gestão e no ordenamento e planeamento do território

Numa primeira análise serão identificados os elementos físicos e humanos condicionantes, para de seguida avaliar a suscetibilidade (componente espacial do risco).

Seguidamente irão identificar-se os elementos que poderão ser afetados perante a ocorrência de um evento perigoso, ou seja “quem” e “o quê”. Esta análise remete para o conceito de “vulnerabilidade, que traduz o grau de perda de um elemento ou conjunto de elementos expostos, como as perdas económicas, população exposta, infraestruturas críticas, património e vegetação de relevante interesse, em consequência de um processo ou ação natural com determinada severidade.” (JULIÃO et al., 2009)

Para sintetizar, na imagem seguinte estão representados os componentes fulcrais dos riscos naturais.

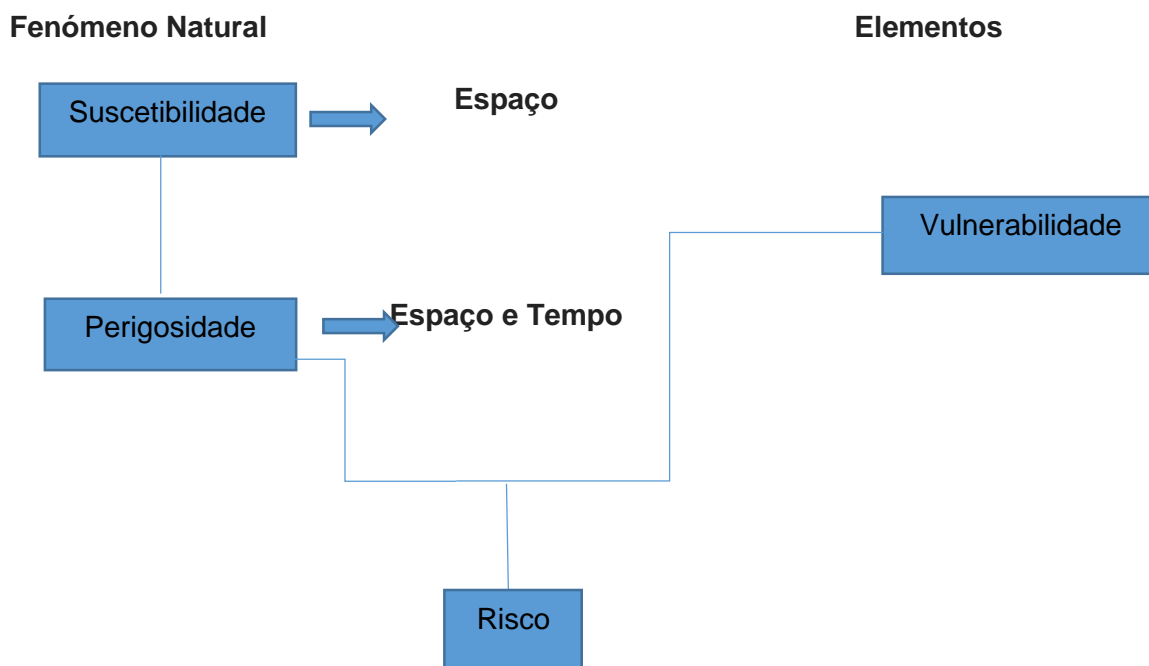


Figura nº7 - Componentes do Risco Natural

Fonte: ZÊZERE, 2003

No presente estudo, o risco será aliado à análise da suscetibilidade e vulnerabilidade.

Esta análise permitirá responder a questões fundamentais, como:

- O que caracteriza do ponto de vista dos riscos a área em estudo?
- Qual(ais) a(s) área(s) em que a conjugação de todos os elementos condicionantes contribui para a existência de uma maior susceptibilidade ou perigosidade?
- Quais as áreas mais vulneráveis aos processos perigosos considerados?
- Quais as áreas de maior risco, logo que devem ser pensadas e intervencionadas?

## 5.2 Avaliação da Suscetibilidade

A avaliação da suscetibilidade baseou-se na adaptação das metodologias utilizadas por CARRARA et al., (1995); CUNHA et al., (2002); TAVARES, Alexandre; CUNHA, Lúcio (2004); GARCIA et al., (2007), ao território em estudo.

A combinação de um conjunto de condicionantes de origem física (geológica, geomorfológica, biológica de uso do solo) servirão de base à avaliação da suscetibilidade.



Recorrendo às ferramentas disponibilizadas pelo software SIG (Sistema de Informação Geográfica), irá proceder-se à sobreposição dos vários layers com os fatores considerados relevantes para área em estudo como: declives, exposições, litologia, falhas tectónicas, forma das vertentes, tipologias de ocupação do solo, altitude...). Efetuar-se-á um cálculo matricial da suscetibilidade, resultante da sobreposição dos fatores referidos, já convertidos em formato raster com resolução de 10 metros.

Numa fase final os modelos irão ser classificados qualitativamente em 5 classes (1 - Muito Baixa, 2 - Baixa, 3 - Moderada, 4 - Elevada, 5 - Muito Elevada).

Os cartogramas resultantes representam a suscetibilidade do território aos fenómenos analisados, ou seja a propensão espacial para a ocorrência dos mesmos. Não foi possível avaliar a probabilidade temporal da sua ocorrência, por não existir informação rigorosa que a caracterizasse.

### 5.3 Avaliação da Vulnerabilidade

A avaliação do grau de vulnerabilidade aos riscos na área em estudo foi avaliado através de uma análise multicritério, relacionando a população exposta, o valor dos bens e as características da comunidade, expressas através da vulnerabilidade social.

O estudo desta variável permitiu estimar o grau de perda proveniente da ocorrência de um evento perigoso.

Para avaliar a vulnerabilidade social foi adotada a metodologia de CUTTER (2003), que se baseia na análise fatorial de um conjunto de variáveis sociais do âmbito da demografia, emprego, habitação e construção.

Para proceder à realização da análise fatorial recorreu-se ao software estatístico SPSS, com dados referentes aos censos de 2011, sendo a subsecção estatística a unidade territorial considerada.

O presente ponto da investigação basear-se-á no domínio sócio estrutural da vulnerabilidade social, pelo o que foi selecionado um conjunto de variáveis que irão servir de base para a definição dos principais grupos de risco presentes na área de estudo.

Foram analisados variáveis referentes, à estrutura etária, com destaque para a população jovem (5 aos 13 anos) e população idosa (com idade superior a 65 anos), uma vez que estes dois grupos etários são os mais vulneráveis perante a ocorrência de eventos perigosos, não só por serem populações na sua maioria dependentes de outras pessoas, como por apresentarem muitas vezes mobilidade condicionada.

O grau de instrução da população é também um importante indicador. Assim foi analisada a população sem qualquer nível de ensino, a população residente com o 1º ciclo do ensino básico completo, a população com o ensino superior completo e a população com o ensino secundário completo. A ausência de um grau de escolaridade e um baixo nível de instrução provoca maior vulnerabilidade e menor resiliência face a desastres, dificultando a gestão e resposta de emergência, bem como a recuperação no período pós-desastre.

A situação perante o emprego tem também alguma relevância, pois se relacionarmos o facto dos indivíduos se encontrarem desempregados com as dificuldades económicas adjacentes, podemos perceber que as mesmas poderão contribuir para o aumento da vulnerabilidade social.

A análise dos alojamentos familiares de residência habitual que apresentam carências graves (ausência de instalações com banho ou duche e de sistema de esgotos), retratam a habitação e a população desfavorecida de baixos recursos financeiros.

Outro importante indicador é a época de construção dos edifícios e o material de construção utilizado, pois em caso de manifestação de um evento perigoso, por exemplo um movimento de vertente, os edifícios mais antigos e com materiais menos resistentes serão mais suscetíveis.

As variáveis consideradas para proceder a esta análise encontram-se identificadas no ANEXO I.

A análise fatorial surge como uma técnica estatística vantajosa na medida em que evidencia possíveis redundâncias existentes entre as variáveis. Para além disso, constitui uma metodologia de atribuição de pesos às variáveis.

Numa primeira abordagem, para a aplicação do modelo foram analisados todos os dados que pareceram pertinentes para a investigação, contudo constatou-se que alguns poderiam ser redundantes. Assim recorrendo à utilização do coeficiente de correlação de Pearson procedeu-se à eliminação dos mesmos, aperfeiçoando assim o universo dos dados.

No decorrer da análise fatorial, algumas variáveis apresentaram valores desadequados em relação ao restante conjunto da amostra.

Uma vez construída a base de dados, foi realizada a avaliação da matriz de correlação dos dados, no sentido de eliminar do universo em análise os dados redundantes (análise multicolinearidade). Foram assim considerados valores redundantes, as correlações com valores superiores a 0,7.

De um conjunto de alargado de variáveis, apenas foram consideradas 20 para a análise.

O seguinte resultado analisado, diz respeito á medida de Kaiser-Meyer-Olkin, esta vai estudar as implicações da amostra no estudo. Geralmente valores inferiores a 0,50 são considerados inaceitáveis, sendo que neste caso concreto o valor ronda 0,70, podendo assim considerar o valor aceitável.

Segundo o teste de Bartlett, a matriz de correlações é uma matriz de identidade, o valor de significância associado deve ser inferior a 0,05, o que se verifica no caso em questão.

No que diz respeito à tabela de comunalidades, esta indica quais são as variáveis ou itens mais influenciadas pelos fatores extraídos, ou seja representa a fidelidade do valor da variável. Um valor elevado na comunalidade indica que aquele item é relevante para a formação dos fatores extraídos. Nesta situação específica, a maioria das variáveis contribuem significativamente para a formação dos fatores: apenas a variável percentagem de edifícios construídos entre 1991 e 2001 apresenta menor relevância, cerca de 0,591, todos os restantes apresentam valores superiores, sendo que a percentagem de famílias clássicas NPES 14 (famílias com nenhuma pessoa com 14 ou menos anos), apresenta o valor máximo 0,848.

Face à variância explicada, os resultados identificaram 6 fatores explicativos que justificaram 72% da variância da escala, sendo que os restantes são explicados por outros fatores que possuem um peso menos significativo. O primeiro fator explica 18,47%, o sexto explica 8,411% do total da variância.

Segue-se o elemento fundamental de estudo, a matriz de componentes rodada, cuja função é relacionar as variáveis com os fatores extraídos.

Recorrendo à rotação varimax, resultou a seguinte tabela:

	Componentes						
	1	2	3	4	5	6	7
Percentagem de indivíduos residentes pensionistas	0,916						
Percentagem de indivíduos residentes com mais de 65 anos	0,914						
Percentagem de famílias clássicas NPES 14 (famílias com nenhuma pessoa com 14 ou menos anos)	0,865						
Percentagem de indivíduos residentes com idades entre os 5 e os 13 anos	-0,596					0,333	
Percentagem de famílias clássicas NPES 65 (famílias com nenhuma pessoa com 65 ou mais anos)	-0,461			0,428		-0,358	
Percentagem de indivíduos que não sabe ler nem escrever		0,746					
Percentagem de indivíduos residentes com o primeiro ciclo do ensino básico	0,325	0,741					
Percentagem de indivíduos residentes com o ensino superior completo	-0,368	-0,643	0,362				
Percentagem de indivíduos residentes empregados no sector terciário			0,703				
Percentagem de indivíduos residentes com o ensino superior completo			0,696				
Percentagem de residências habituais com banho			0,646	0,560			
Percentagem de residências habituais com um 1 lugar de estacionamento			0,533			0,412	
Percentagem de edifícios exclusivamente residenciais				0,844			
Percentagem de edifícios com um ou mais pavimentos		0,523		0,570			
Percentagem de residências habituais com 1 ou 2 pisos					0,773		
Percentagem de residências habituais com área 50	0,356				0,666		
Percentagem de indivíduos residentes sem sector de atividade					0,522	-0,338	
Percentagem de edifícios construídos entre 1991 e 2000						0,650	

	Componentes						
	1	2	3	4	5	6	7
Percentagem de residências habituais arrendadas						0,626	
Percentagem de alojamentos vagos							0,871

Tabela nº2 - Resultados da aplicação do método de análise de componentes principais, recorrendo ao método Varimax com a normalização de Kaiser

Fonte: Censos 2011 (Elaboração própria)

### 5.3.1 Interpretação dos resultados referentes à vulnerabilidade social

No fator 1, a **percentagem de indivíduos residentes pensionistas** apresenta-se como a variável dominante. As variáveis **percentagem de indivíduos residentes com idades entre os 5 e os 13 anos** e a **percentagem de famílias clássicas NPES 65** (famílias com nenhuma pessoa com 65 ou mais anos) apresentam cargas negativas, ou seja, estabelecem uma relação inversa com as restantes variáveis e com os factores que as integra.

Todas as variáveis pertencentes ao fator 1 encontram-se relacionadas com o estrutura etária da população.

No fator 2, é a variável **percentagem de indivíduos residentes que não sabe ler nem escrever** que assume um papel dominante, seguida da **percentagem de indivíduos com o primeiro ciclo do ensino básico completo** e por fim da **percentagem de indivíduos com ensino superior completo**. Claramente este fator diz respeito ao grau de instrução da população.

Podemos assim afirmar, que quanto maior for a **percentagem de indivíduos que não sabe ler nem escrever** e maior a **percentagem de indivíduos residentes com o ensino básico do primeiro ciclo completo**, mais elevado será o score correspondente a este fator.

O fator 3 apresenta como variáveis dominantes a **percentagem de indivíduos residentes que trabalham no sector terciário**, a **percentagem de indivíduos residentes com o ensino secundário completo**, a percentagem de residências habituais com banho e a percentagem de residências habituais com um estacionamento, embora estas variáveis não apresentem uma relação direta, contribuem de forma fulcral para a análise da amostra.

O fator 4 diz respeito, à **percentagem de edifícios exclusivamente residenciais** e à **percentagem de edifícios com um ou dois pavimentos**, ou seja este diz respeito ao tipo e ocupação dos edifícios.

O fator 5, inclui as variáveis: **percentagem de residências habituais com um ou dois pisos**, **percentagem de residências habituais com área inferior a 50 m<sup>2</sup>** e **percentagem de indivíduos sem atividade económica**.

Assim os fator 3, 4 e 5 encontram-se representados por variáveis referentes ao tipo de ocupação dos edifícios e condições de habitabilidade do edificado.

No fator 6, a **percentagem de edifícios construídos entre 1991 e 2000** e a **percentagem de residências habituais arrendadas** são variáveis que influenciam negativamente a vulnerabilidade social, ou seja contribuem para que a vulnerabilidade seja menos acentuada.

Quanto mais recente o edificado menor será a probabilidade do mesmo ser afetado por eventos perigosos.

Já no que concerne às residências habituais arrendadas, pode-se partir do pressuposto que um elevado valor referente a esta variável poderá significar que a população residente não terá um elevado poder de compra. Assim esta variável poderá contribuir para o aumento da vulnerabilidade social.

No fator 7, apenas a variável **percentagem de alojamentos vagos** tem representatividade neste fator. Esta influencia de forma positiva o aumento da vulnerabilidade social, ou seja contribui para que a vulnerabilidade aumente, pois os edifícios que se encontram abandonados, geralmente não costumam ser alvo de manutenção por parte dos proprietários.

Após o escalonamento de todos os fatores e de aplicação da fórmula da vulnerabilidade social já referida, pode-se concluir que quanto mais elevado o resultado final da equação maior o nível de vulnerabilidade social na presente área de estudo.

Variáveis	Conotação	1	2	3	4	5	6	7
Percentagem de indivíduos residentes pensionistas		0,916						
Percentagem de Indivíduos Residentes com mais de 65 anos		0,914						
Percentagem de Famílias clássicas NPES 14		0,865						
Percentagem de indivíduos residentes com idades entre os 5 e os 13 anos		- 0,596					0,333	
Percentagem de famílias clássicas NPES 65		- 0,461			0,428		-0,358	
Percentagem e indivíduos que não sabe ler nem escrever			0,746					
Percentagem de indivíduos residentes com o primeiro ciclo do ensino básico		0,325		0,741				
Percentagem de indivíduos residentes com o ensino superior completo		- 0,368	-0,643	0,362				
Percentagem de indivíduos residentes empregados no sector terciário				0,703				
Percentagem de indivíduos residentes com o ensino superior completo				0,696				
Percentagem de residências habituais com banho				0,646	0,560			
Percentagem de residências habituais com um 1 lugar de estacionamento				0,533			0,412	

Variáveis	Conotação	1	2	3	4	5	6	7
Percentagem de edifícios exclusivamente residenciais			0,523		0,570			
Percentagem de edifícios com um ou mais pavimentos						0,773		
Percentagem de residências habituais com 1 ou 2 pisos						0,666		
Percentagem de residências habituais com área 50		0,356						
Percentagem de indivíduos residentes sem sector de atividade						0,522	- 0,338	
Percentagem de edifícios construídos entre 1991 e 2001							0,650	
Percentagem de residências habituais arrendadas							0,626	
Percentagem de alojamentos vagos								0,871



Quanto maior o valor da variável, maior será a vulnerabilidade social



Quanto maior o valor da variável, menor será a vulnerabilidade social

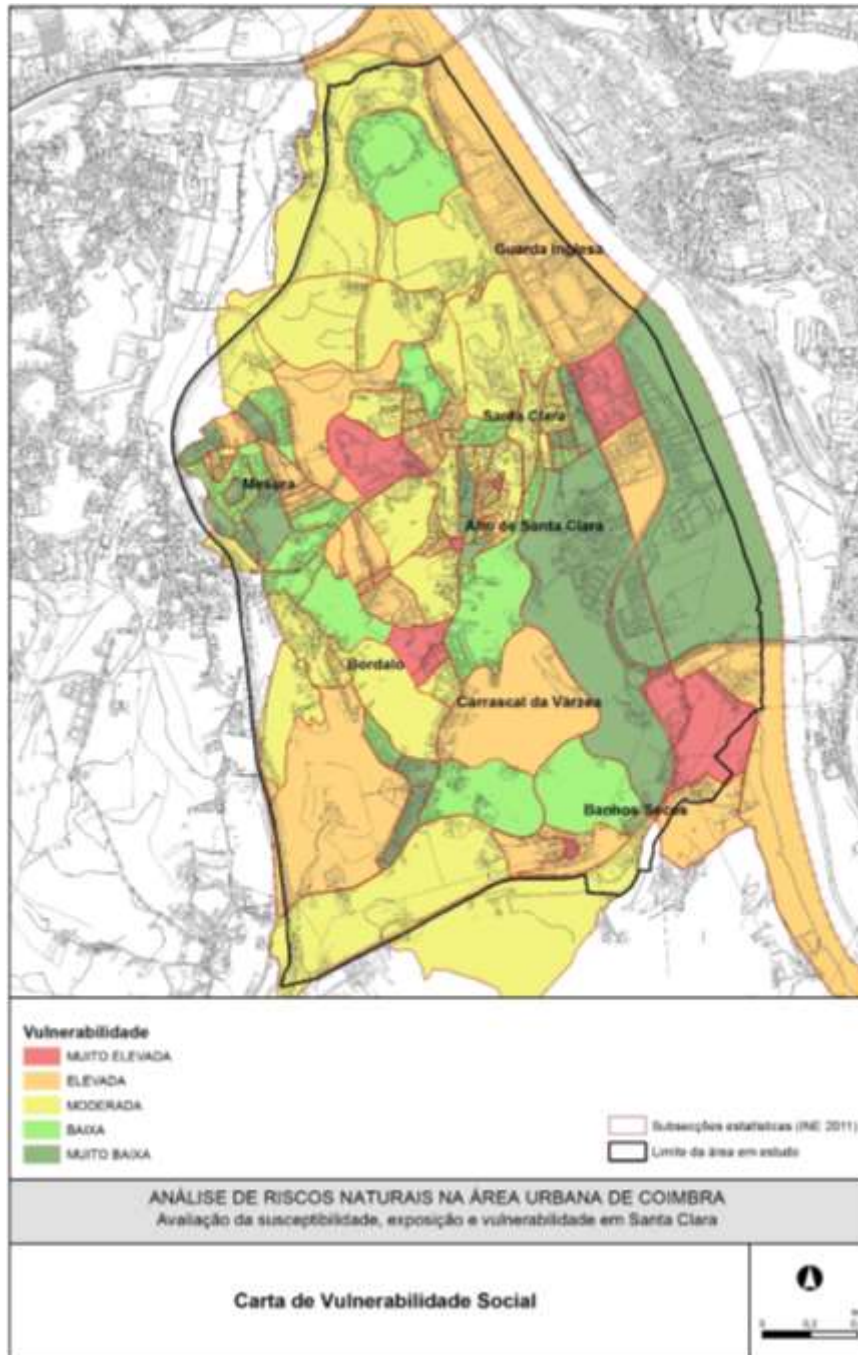
Tabela nº3 - Aplicação do método de análise de componentes principais para o estudo da vulnerabilidade social

Fonte: Censos 2011 (Elaboração própria)

Da aplicação do método de análise de análise factorial por componentes principais, resultou o cartograma seguinte, que expressa a vulnerabilidade social existente na área de estudo.

As áreas mais vulneráveis socialmente correspondem aos aglomerados populacionais mais densos, onde existe mais população envelhecida, com baixo nível de instrução e onde o edificado existente é mais antigo.





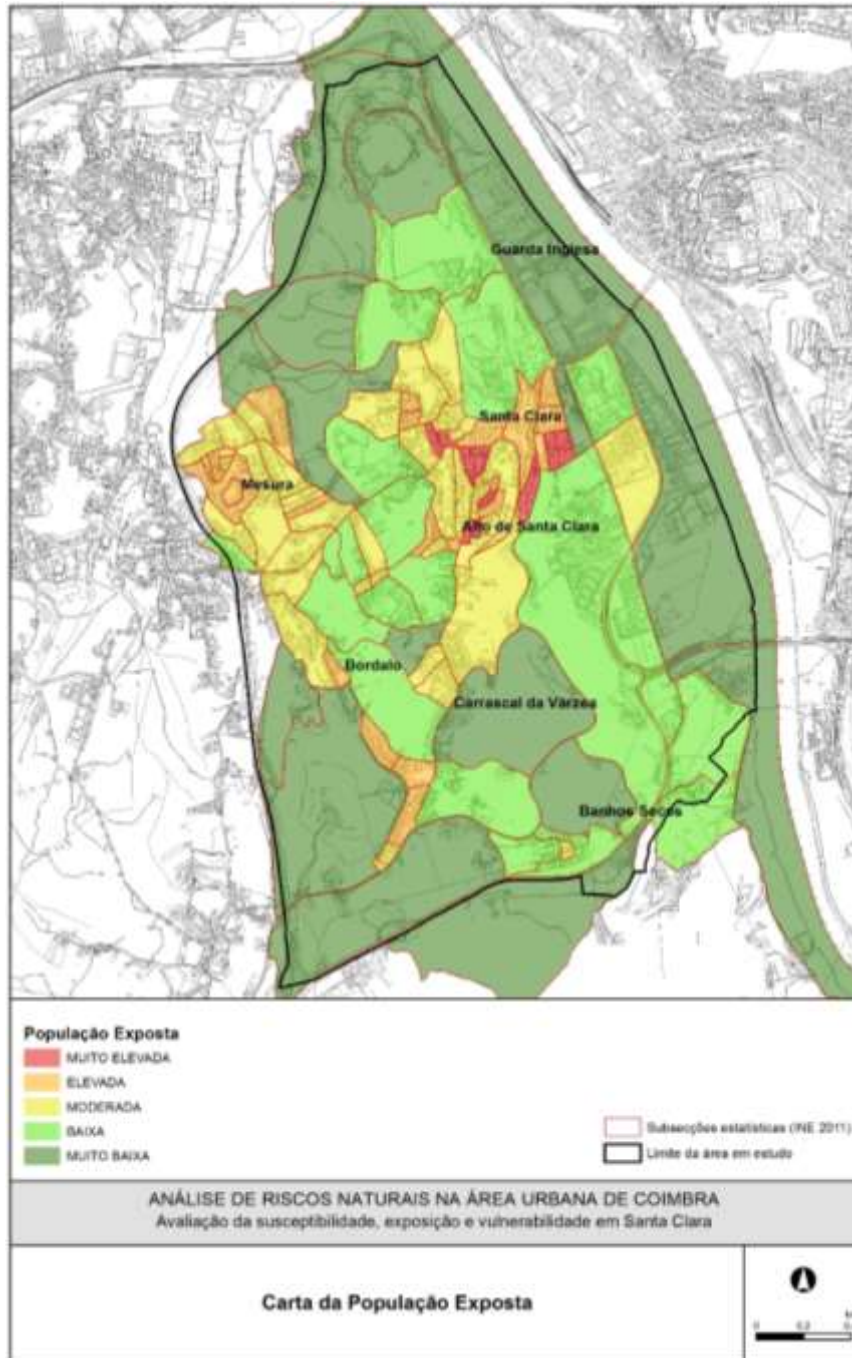
Carta nº17 - Vulnerabilidade Social da área de estudo

Fonte: Censos 2011 (Elaboração própria)

### 5.3.2 População Exposta

A população exposta foi estimada em função da densidade populacional, por subsecção estatística e depois reclassificada em 5 classes.

O estudo da densidade populacional é imprescindível para a avaliação da vulnerabilidade, pois é através da análise do mesmo que é possível ter noção das áreas onde existe maior concentração populacional e que parte desta está exposta a eventos perigosos que possam ocorrer. Assim ao analisar a carta seguinte (nº 18) observo que é junto aos aglomerados populacionais que se, verifica uma maior concentração de pessoas (por exemplo: Mesura, Santa Clara e Alto de Santa Clara).



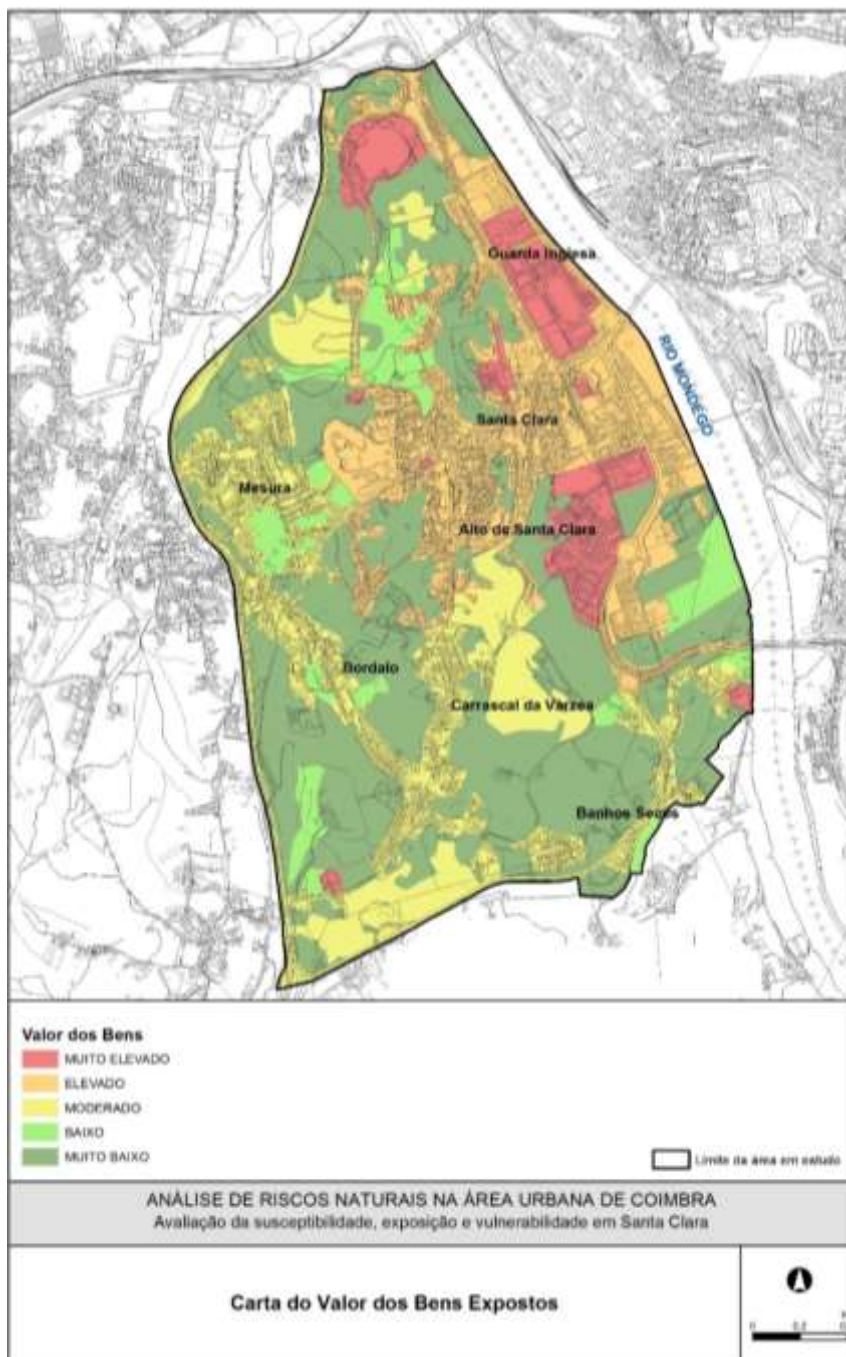
Carta nº18 - População Exposta

Fonte: Censos 2011 (Elaboração própria)

### 5.3.3 Valor dos Bens Expostos

O valor dos bens expostos, que representa o eventual prejuízo económico no caso de uma crise ou catástrofe afetar bens e/ou atividades económica, foi determinado através do somatório do valor relativo do edificado, das infraestruturas viárias (rodoviárias e

ferroviárias) e o do uso do solo, adaptando os valores apresentados por (BRITO, 2007) à área em estudo.



Carta nº19 - Valor dos Bens Expostos

Fonte: Censos 2011 (Elaboração própria)

Esta avaliação foi realizada partindo do grau de importância e considerando o valor dos equipamentos, património e rede viária.

Assim readaptou-se a tabela de valores e bens expostos apresentada por BRITO (2007), fazendo distinção entre os edifícios comuns existentes e os edifícios com interesse estratégico ou patrimonial. Entendeu-se que estes merecem uma atenção especial devido ao valor histórico, patrimonial e cultural. Já os edifícios com interesse estratégico são considerados relevantes, pois geralmente fazem parte dos serviços de interesse à comunidade e a probabilidade de serem afetados por um evento perigoso poderá trazer constrangimentos no quotidiano da população.

No património classificado, encontram-se integrados: monumentos nacionais e imóveis de interesse público, que foram classificados como "muito elevado". Às escolas, creches, centro comercial (Fórum), foi também atribuída classificação de "muito elevado".

Para além do elementos acima identificados, achou-se relevante ter em consideração a vegetação autóctone, atribuindo-lhe um valor mais elevado que a restante vegetação existente, pelo o que foi classificada como "muito elevado".

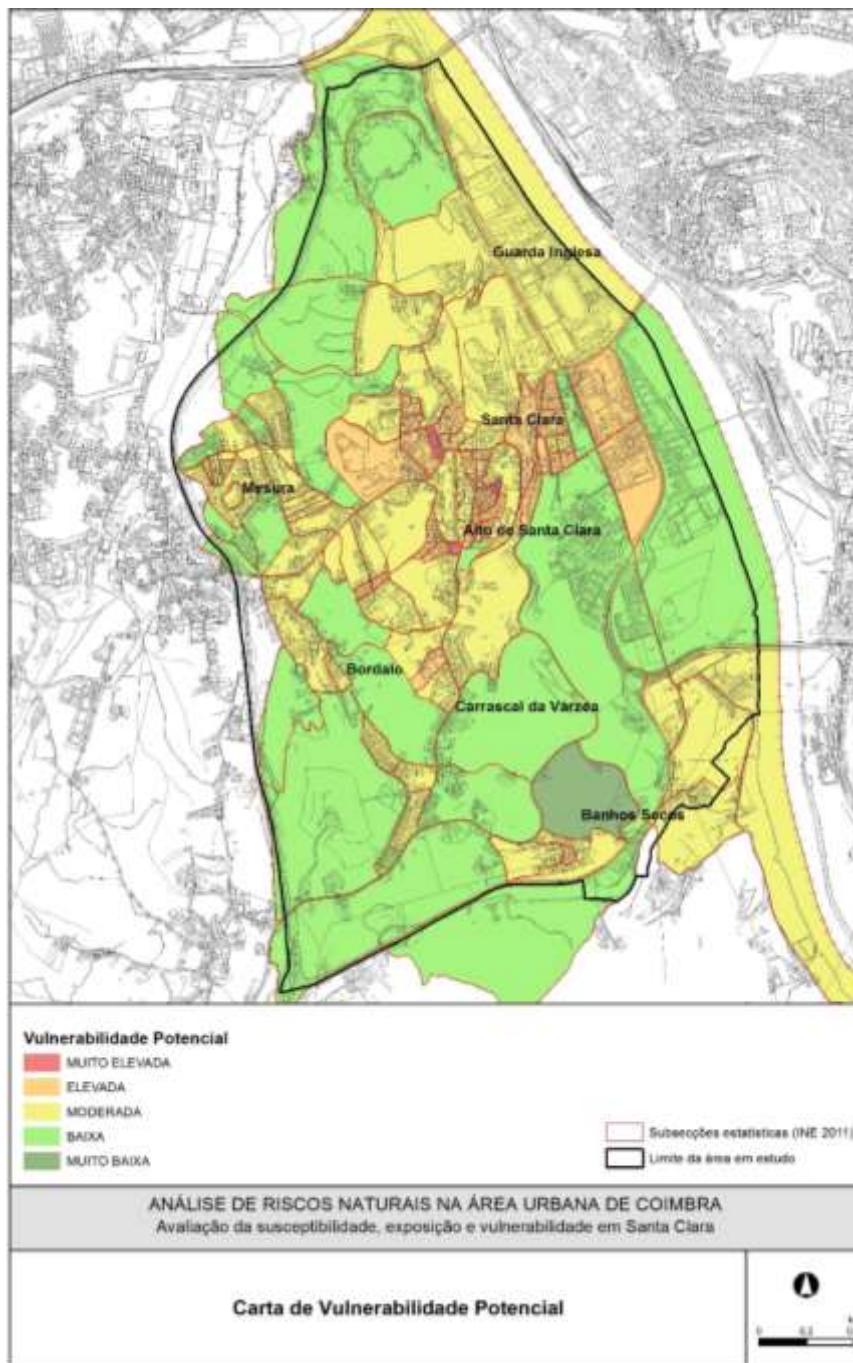
Para finalizar, é importante referir que os dados apresentados quando observados à subsecção estatística não corresponderão exatamente ao valor real dos bens considerados, contudo representam um valor relativo do território.

A avaliação da vulnerabilidade aos riscos existentes na área de estudo resulta do produto da carta da população exposta pela carta do valor dos bens e pela vulnerabilidade social, exprime assim, a vulnerabilidade potencial.

#### 5.3.4 Avaliação da Vulnerabilidade

A avaliação da vulnerabilidade abrange não somente os danos estruturais, mas também os prejuízos corporais e as perdas funcionais (LÉONE, 1996), incorporando ainda o conhecimento do risco pelas populações (segundo a Ação de Emergência Internacional). Assim, a cartografia da vulnerabilidade implica a identificação dos elementos expostos e a avaliação dos danos potenciais que podem sofrer.

Esta análise terá como base a metodologia utilizada por CUNHA et al., (2009), resultando da sobreposição (multiplicação) da carta de população exposta pela carta de valor dos bens e pela vulnerabilidade social, expressando assim a vulnerabilidade potencial dos riscos em análise. (carta nº20)



Carta nº20- Carta de Vulnerabilidade Potencial

Fonte: Censos 2011 (Elaboração própria)

#### 5.4 Avaliação do Risco

Para terminar esta análise é importante apresentar um cartograma final de risco, que resultará do produto da susceptibilidade pela vulnerabilidade da área em estudo.

Para proceder à realização das respetivas cartas de risco (risco de movimentos em massa, risco de incêndio no interface urbano-florestal e risco de cheias/inundações) e sabendo que a análise irá ser realizada considerando as subsecções na área em estudo, aquando da elaboração das cartas de risco, foi necessário transformar a carta de vulnerabilidade potencial (carta resultante do cruzamento da carta de valor dos bens expostos, carta da vulnerabilidade social e carta da população exposta) em formato Grid (raster), ajustada ao limite da área em estudo, ou seja as áreas que detinham informação estatística residual, ou nulo, foi-lhe atribuído um valor de vulnerabilidade muito baixo.

Mais uma vez a cartografia final, irá ser representada, considerando cinco classes: Muito baixo, Baixo, Moderado, Elevado e Muito Elevado.

## 6 Aplicação das Metodologias de Avaliação da Suscetibilidade, Vulnerabilidade e Risco

### 6.1 Cheias e Inundações

Segundo TUCCI (2004) as principais condições naturais para a ocorrência de cheias são o relevo, o tipo de precipitação, a cobertura vegetal e a capacidade de drenagem. Já as principais condições artificiais são as obras hidráulicas, a urbanização, os desmatamentos, o reflorestamento e o uso agrícola.

*“(...) O aumento da densidade de ocupação por edificações e obras de infraestruturas viárias, traz como consequência direta o aumento das áreas impermeáveis, modificando o sistema de drenagem anteriormente existente, incrementando a velocidade de escoamento superficial, reduzindo o tempo de pico de cheias, amplificando a velocidade de escoamento superficial, reduzindo o tempo de pico de enchentes, amplificando a vazão desses picos e reduzindo as vazões de recarga do lençol freático (ENOMOTO, 2004)”*

A presença do homem em áreas de riscos de inundação pode causar prejuízos sociais, económicos e até mesmo perdas de vidas humanas, sendo assim imprescindível que a população e os governantes tenham a perceção deste risco e que estas áreas sejam cartografadas a fim de melhorar e planear a sua ocupação.

Tipologias dos danos decorrentes de inundações em áreas urbanas			
Danos Tangíveis		Danos Intangíveis	
Diretos	Indireto	Diretos	Indiretos
Danos físicos á estrutura e ao seu conteúdo nos sectores habitacional, comércio e serviços, industrial e equipamentos públicos e serviços.	Custos da limpeza, alojamento e medicamento no sector habitacional.	Perdas de vidas humanas no setor habitacional comércio e serviços, industrial e equipamentos, e serviços públicos.	Estados psicológicos de ansiedade e danos de saúde nos setores habitacional, comércio e serviços, industrial e equipamentos e serviços públicos .
Perdas ou estragos nos stocks, matérias-primas ou produtos já terminados no sector industrial	Cessaçã de lucros e desemprego no setor de comércio e serviços e industrial.		Falta de motivação nos setores de comércio e serviços, industrial e equipamentos públicos e serviços.
	Custos dos serviços de emergência no setor dos equipamentos públicos e serviços.		Inconvenientes associados à interrupção de serviços no sector de equipamentos públicos e serviços.

Tabela nº4 - Tipologias dos danos decorrentes de inundações em áreas urbanas

Fonte: CORTES, 2009

Tal como já referido anteriormente, o Risco = Vulnerabilidade X Perigosidade, existem, assim duas dimensões de análise a ter em conta: o tempo e o espaço. Estas dimensões de análise leva-nos a dois conceitos: suscetibilidade e probabilidade que, relacionadas entre si, configuram o conceito de perigosidade.



### 6.1.1 Suscetibilidade a Cheias e Inundações

No presente caso, tendo em conta a dimensão da área a tratar e a disponibilidade da informação em formato digital, ir-se-á avaliar a suscetibilidade, ou seja a dimensão espacial das inundações.

Segundo este pressuposto, a suscetibilidade a cheias/inundações foi realizada partindo do seguinte princípio: “Não se deve autorizar a construção abaixo da cota de cheia”. Assim analisou-se cartografia à escala de 1/1000, 1/2000 e 1/5000 e recorreu-se à análise de ortofotomapas, à aplicação Google Earth e à recolha bibliográfica de dados conhecidos, que refletem a descrição ou cartografia de situações de cheias/inundações, nomeadamente o “Estudo Hidráulico e Hidrológico do Rio Mondego na Zona de Intervenção do Programa Pólis em Coimbra”, realizado pelo o Departamento de Engenharia Civil da FCTUC, com a cooperação da sociedade Coimbra Polis (2002 ) e do trabalho realizado através do Acordo-Programa estabelecido entre a Câmara Municipal de Coimbra e as Faculdades de Letras e de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, no âmbito dos estudos de revisão do PDM (2004).

Interpretando a cartografia das áreas inundáveis existente à escala de 1/25000, realizada no âmbito do PDM, foram definidas as cotas mínimas de cheia, a partir da qual se verifica inundação. Posto isto, procedeu-se à delimitação da suscetibilidade associada a cheias e inundações à escala 1/5000, escala pretendida para a elaboração do plano de urbanização.

Através da ferramenta 3D Analyst do software ArcGIS 10.1, elaborou-se o modelo digital de terreno para a área e estudo, tendo por base a altimetria da cartografia à escala de 1/5000. Posteriormente calculou-se de forma automática a curva de nível 21, correspondente à cota mínima de cheia definida para a área de estudo. Considerando que na cartografia 1/5000 a equidistância das curvas de nível é de 5 metros, o cálculo desta cota gerado pelo modelo, apresenta alguns problemas de pormenor. Neste caso recorreu-se à curva de nível da cota 21, representada na cartografia 1/1000. Esta informação foi ainda validada pela análise de ortofotomapas.

As áreas inundáveis representadas no cartograma seguinte, correspondem às áreas contíguas na margem do Rio Mondego, que foram atingidas por cheias num período de retorno de 100 anos. Materializam assim, o extravasar do leito, para além do canal natural ou artificial de confinamento, na área urbana.



Carta nº21 - Carta de Suscetibilidade a cheias e Inundações

Fonte: CMC (Elaboração própria)

As inundações verificadas, segundo os dados que há registo apenas têm representatividade espacial no território em estudo na área adjacente ao Rio Mondego, como podemos observar na carta anterior (carta nº21).

De forma a ilustrar as áreas mais marcantes no território em estudo, apresentam-se algumas imagens onde se observa a manifestação deste evento perigoso, que muitas vezes afeta pessoas, bens e infraestruturas existentes.



Figura nº8 - Parque Verde do Mondego - Centro Náutico  
(foto tirada a 3 de janeiro de 2014)

Fonte: CMC



Figura nº9 - Parque Verde do Mondego – margem esquerda  
(foto tirada a 3 de janeiro de 2014)

Fonte: CMC



Figura nº10 - Habitações afetadas na Quinta da Várzea

(foto tirada a 2 de janeiro de 2014)

Fonte: CMC

### 6.1.2 Vulnerabilidade a cheias e inundações

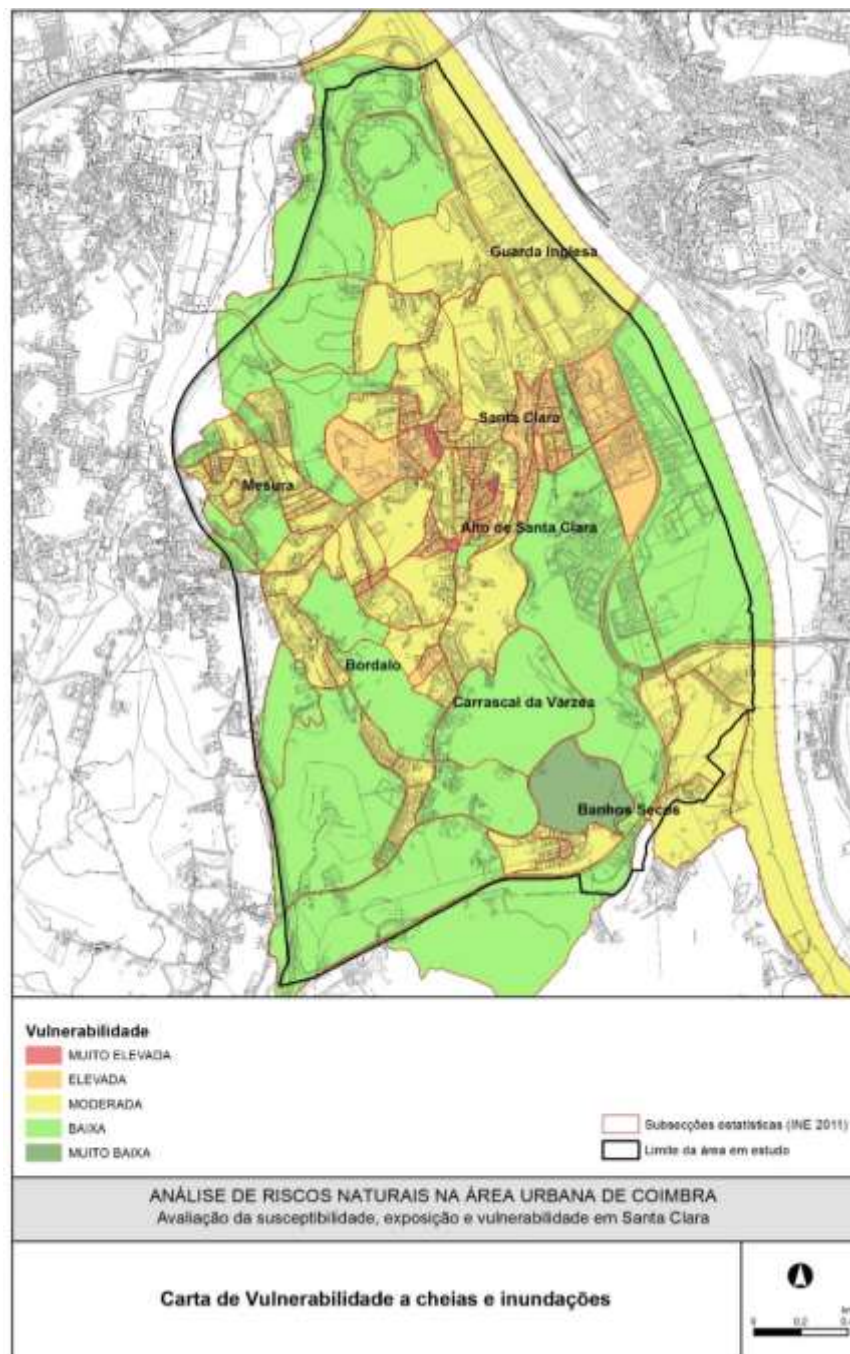
A carta nº 22 diz respeito à vulnerabilidade (potencial), ou seja esta surge do cruzamento das cartas: população exposta, valor dos bens expostos e vulnerabilidade social, já apresentadas anteriormente.

No que concerne às cheias e inundações, estas são marcantes na área adjacente ao Rio Mondego. Os prejuízos materiais e humanos poderão ser consideráveis ao nível dos equipamentos, património e infraestruturas (ex: Parque Verde do Mondego).

Contudo, da análise da carta seguinte, observa-se que a área efectivamente inundável, aquela onde poderão existir prejuízos materiais e humanos, se encontra classificada como área de baixa vulnerabilidade, em virtude da sua fraca ocupação humana.

Classes de classificação	Área (%)
Muito Elevada	0,15
Elevada	6,51
Moderada	38,08
Baixa	53,52
Muito Baixa	1,76

Tabela nº5 - Classes de vulnerabilidade a cheias e inundações



Carta nº22 - Carta de Vulnerabilidade a cheias e inundações<sup>7</sup>

Fonte: CMC (Elaboração própria)

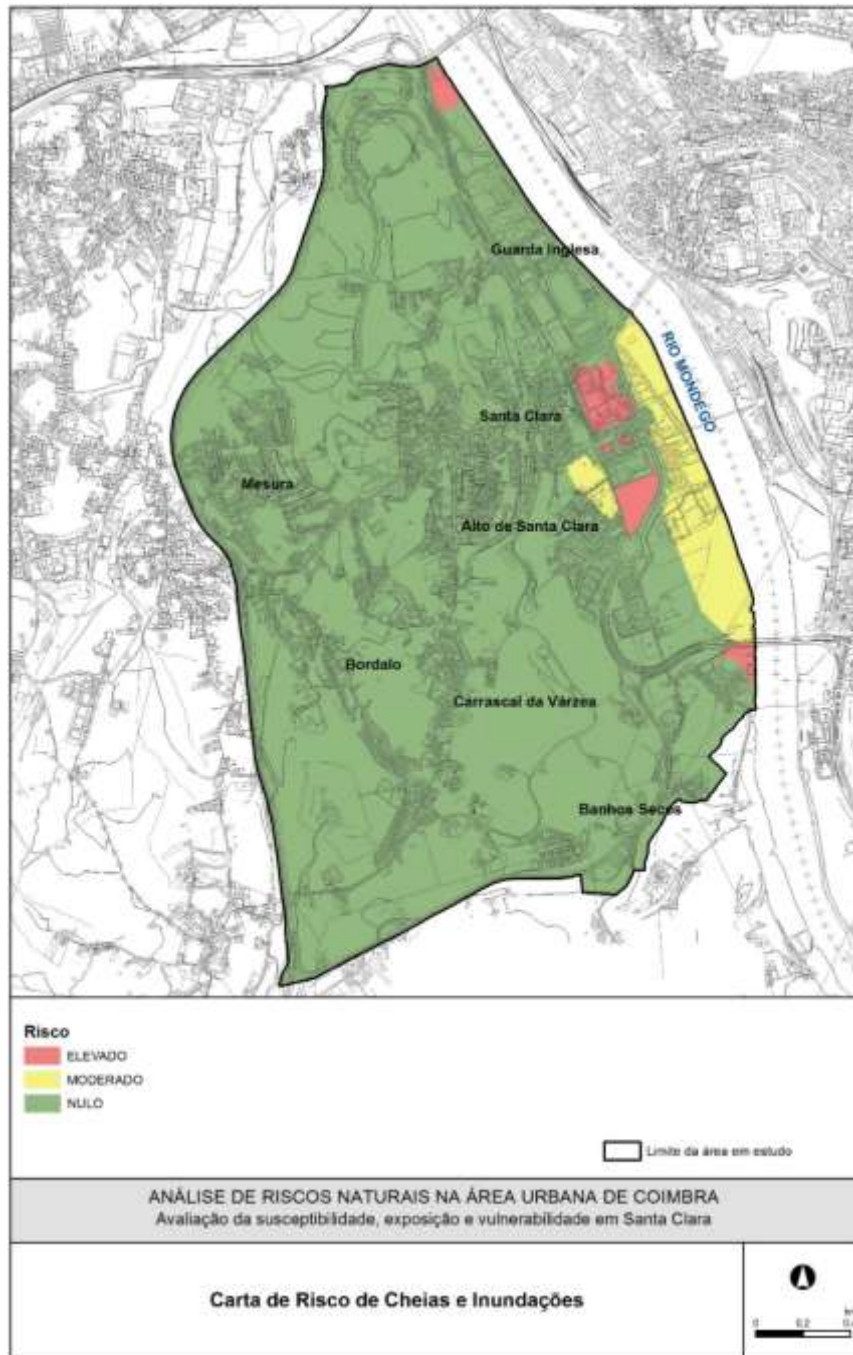
<sup>7</sup> Apesar das áreas inundáveis ocuparem apenas uma pequena faixa na planície aluvial do Rio Mondego, o mapa apresentado trata a vulnerabilidade para o conjunto da área e para os três tipos de risco considerados.

### 6.1.3 Risco de cheias e inundações

Resultante do cruzamento da suscetibilidade pela da vulnerabilidade (potencial), a carta de risco de cheias e inundações. Face aos resultados obtidos, verifica-se que em 93,35% da área em estudo o risco de cheias/inundações é nulo. Assim optou-se por classificar o risco em apenas 3 classes.

Classes de classificação	Área (%)
Elevado	1,90
Moderado	4,75
Nulo	93,35

Tabela nº6 - Classes de Risco de cheias e inundações



Carta nº23 - Carta de Risco de Cheias e Inundações

Fonte: CMC (Elaboração própria)

## 6.2 Movimentos em massa

Situações de instabilidade geomorfológica podem ocorrer nas áreas em que as características das rochas e as formações superficiais, declive, dimensão e forma da vertente apresentem condições favoráveis à ocorrência de movimentos de materiais em vertentes.

Os riscos de movimentos de massa traduzem princípios fundamentais subjacentes à avaliação da suscetibilidade e da perigosidade geomorfológicas (VARNES, 1984; CARRARA et al., 1991; HUTCHINSON, 1995; TURNER et al., 1996): Desses princípios, destacamos:

- “ O passado e o presente são as chaves para o futuro”;
- Os movimentos de vertente podem ser reconhecidos, classificados e cartografados;
- As condições que causam os movimentos (fatores de instabilidade) podem ser identificadas, registadas e utilizadas para construir modelos preditivos;
- A ocorrência de movimentos de vertente pode ser inferida, no espaço e no tempo.

Deste modo, é possível o zonamento de um território em classes de suscetibilidade hierarquizadas com diferentes valores de probabilidade de ocorrência de movimentos em massa.

Tal como o risco apresentado anteriormente, este também foi analisado espacialmente, ou seja foi avaliada a suscetibilidade.

### 6.2.1 Suscetibilidade a Movimentos em Massa

As variáveis consideradas para a realização do modelo de suscetibilidade foram as seguintes: hipsometria, declives, exposição das vertentes, forma das vertentes, litologia, falhas tectónicas (proximidade de falhas - buffer 50,100 e 200 metros) e a ocupação do solo, sendo esta uma componente principal na análise da estabilidade.

Com recurso ao modelo digital de terreno foram gerados os seguintes fatores de predisposição à instabilidade geomorfológica: declives, exposição de vertentes, hipsometria, entre outros. Os declives foram agrupados nas seguintes classes: “0 - 5°; 5 - 15°; 15 - 30° e mais de 30°”.

No que concerne à litologia foi utilizada a cartografia publicada por TAVARES (1999), tendo as unidades litológicas definidas pelo autor sido agrupadas em cinco grandes grupos.

O mapa de ocupação do solo foi realizado a partir da Carta de Uso e Ocupação do Solo (DGT, 2007), atualizada com base na interpretação de ortofotomapas da área em estudo.



Assim, a carta de suscetibilidade a movimentos em massa resultou de um processo de atribuição de pesos (scores) em que cada classe e cada fator entraram no modelo, conforme ANEXO III.

Depois de estudados todos os elementos referidos anteriormente procedeu-se ao cruzamento e ponderação dos mesmos, resultando a carta de suscetibilidade.

Depois de definidas as classes para cada fator, foi atribuída uma ponderação de 1 a 5, em função da importância de cada uma delas no condicionamento dos movimentos de massa. De seguida foi estabelecida uma fórmula que relaciona os diferentes fatores considerados, tendo sido atribuído pesos mais elevados à ocupação do solo (20), à litologia (20) e aos declives (30) .

Começando pelos declives e partindo do pressuposto que os mais acentuados apresentam uma maior suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa, foi-lhes atribuído um valor mais elevado.

Em relação à exposição das vertentes, foi dada maior valoração às vertentes voltadas a N; NE; NW, pois são “vertentes sombreiras”, pouco expostas à radiação solar, o que condiciona a humidade existente no solo. Contrariamente as vertentes voltadas a S, SE, SW, que se encontram diretamente expostas aos raios solares, são naturalmente menos suscetíveis à ocorrência de movimentos de massa.

A forma das vertentes exercem também uma grande influência no controle da distribuição espacial dos movimentos em massa.

Se as vertentes forem retilíneas, muito declivosas e constituídas por materiais impermeáveis a infiltração é difícil, havendo muito escoamento superficial e, por isso, pouca pressão no interior das mesmas.

Se estas forem entremeadas por “rechãs”, aumenta a infiltração de água podendo ocorrer a consequente saturação, seguida de rutura na vertente. Em vertentes muito declivosas, e geologicamente estáveis, dificilmente se desenvolverão processos geomorfológicos desencadeados pelo fator hidrológico.

Já os setores côncavos das vertentes são áreas normalmente mais instáveis, pois desempenham um importante papel no que diz respeito à convergência dos fluxos de água (em superfície e em sub-superfície) e também costumam encontrar-se preenchidos por material detrítico, de origem coluvial, que favorecem a saturação dos solos e desencadeando deslizamentos e fluxos de terra e lama. (RENEAU et al., 1984 et al., 2001)

Nos declives mais acentuados com vertentes convexas, o escoamento superficial pode tornar-se mais rápido, favorecendo assim os processos de erosão acelerada, responsável pela erosão dos solos e pela formação de sulcos e ravinas.

Na litologia, foi dada maior relevância aos depósitos coluvionares e de vertente, que manifestam elevada mobilidade à erosão hídrica quando saturados e potenciados por declives >15%, pelo que evidenciam, habitualmente movimentos de fluxos ou deslizamentos rotacionais. As características geomecânicas são globalmente desfavoráveis, com comportamento mau ou pouco satisfatório em fundação e escavação. Seguidamente foram consideradas as unidades calco-margosas a margosas, pois também apresentam uma elevada suscetibilidade à ocorrência de instabilidade de vertentes, face às condições geomecânicas pouco favoráveis nas fácies margosa e pelítica e ao comportamento medíocre em fundação e escavação. Netas unidades, são observáveis frequentes movimentos em massa sob a forma de deslizamento rotacionais superficiais e profundos, queda de blocos e processos de reptação. Nas vertentes mais expostas a este processo poderá ocorrer a formação de sulcos e barrancos.

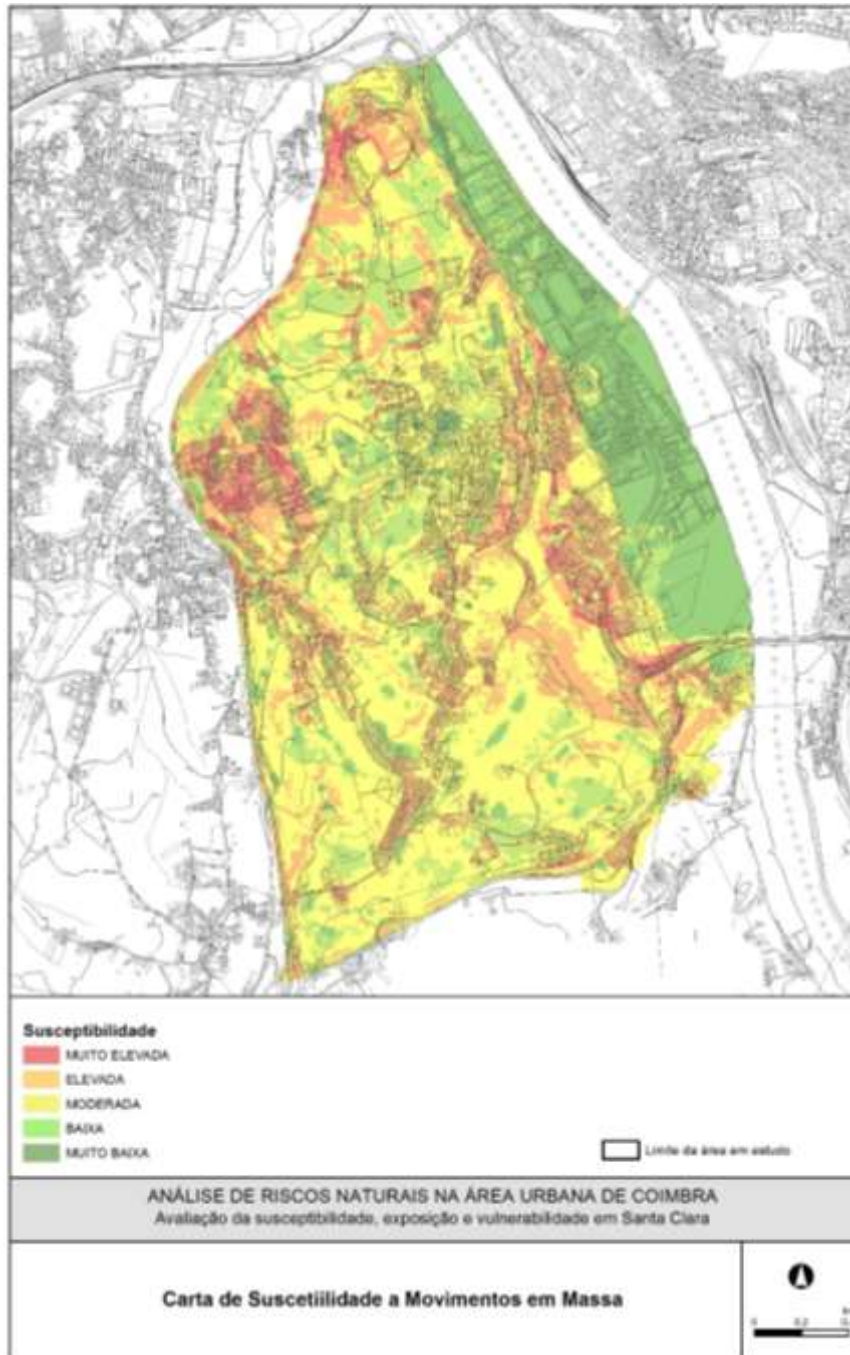
As falhas, foram valorizadas segundo a sua proximidade (50, 100 e 200 metros), ou seja quanto menor for a distância a que se encontrarem, maior importância assumem no modelo de suscetibilidade.

Por fim, na ocupação do solo foi dada maior relevância às áreas artificializadas, culturas (permanentes e temporárias) e áreas agrícolas heterogêneas. Estas encontram-se mais suscetíveis de serem afetadas, pois contrariamente às áreas florestais, não detêm vegetação tão densa que permita que os solos se encontrem mais compactos e resistentes.

Após este processo de atribuição de pesos (scores), resultou a carta de suscetibilidade a movimentos em massa.

Classes de classificação	Área (%)
Muito Elevada	2,84
Elevada	22,52
Moderada	45,16
Baixa	14,85
Muito Baixa	14,64

Tabela nº7 - Classes de Suscetibilidade a Movimentos em massa



Carta nº24 - Suscetibilidade a Movimentos em Massa

Fonte: CMC (Elaboração própria)

Da análise da carta de susceptibilidade a movimentos em massa, considera-se que as áreas com susceptibilidade elevada e muito elevada, representa 25,36% da área. Na generalidade estas ocorrem, sobretudo nas vertentes onde os declives são mais acentuados e onde as litologias calcárias são marcantes.

No geral, a área em estudo apresenta uma susceptibilidade moderada. Contudo existem áreas mais perigosas, por exemplo, a oeste na área da Mesura, o que se deve

especialmente à existência de unidades calco margosas a margosas e aos declives moderados e elevados, que, em conjunto, contribuem favoravelmente para a ocorrência de movimentos de massa. Para além disto, é importante referir que segundo a tipologia de ocupação do solo nesta área, predominam os territórios artificializados (ponderação considerada com classificação 3, conforme o ANEXO III), embora estejamos a avaliar a suscetibilidade natural, esta tipologia muito poderá influenciar o risco final.

No que diz respeito às ocorrências observadas “in situ”, registam-se pequenos desabamentos e também vestígios de deslizamentos em vertentes de declive acentuado, associados à construção de infraestruturas viárias e de áreas residenciais como exemplo: vertente junto ao Hotel D. Luís e na área da Guarda Inglesa.

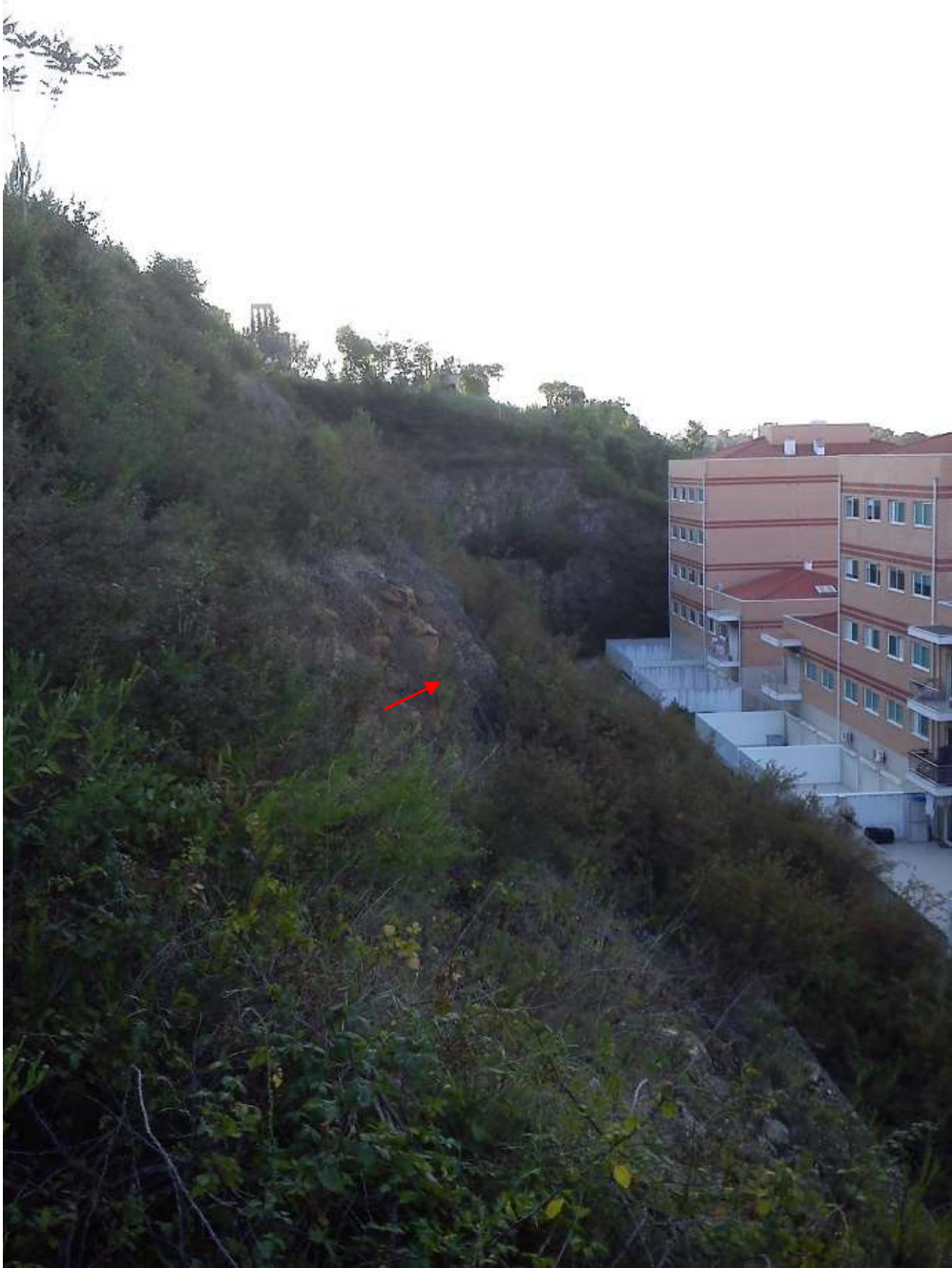


Figura nº11 - Vertente localizada na área da Guarda Inglesa, junto às habitações

(existência de rede de suporte)

(foto tirada no dia 5 de julho de 2015)



Figura nº12 - Vertente Hotel D. Luís, cicatriz de deslizamento recentemente ocorrido.

(foto tirada no dia 5 de julho de 2015)

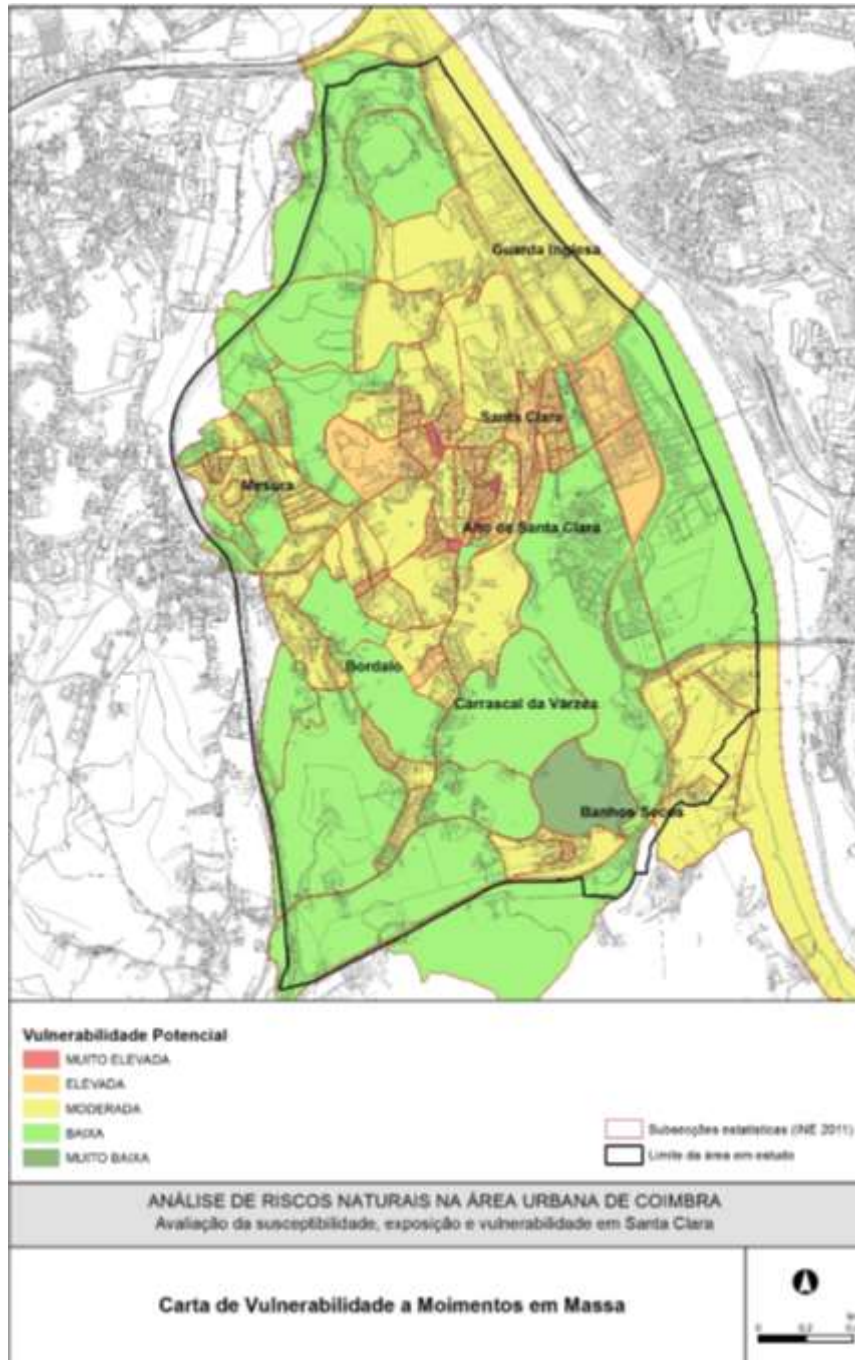
### 6.2.2 Vulnerabilidade a Movimentos em Massa

A carta de vulnerabilidade a movimentos em massa, demonstra que os aglomerados populacionais serão áreas potencialmente afetadas por eventuais manifestações deste processo natural. Assim os aglomerados populacionais de Santa Clara, Mesura e Alto de Santa Clara, ressaltam como as áreas mais vulneráveis do território em estudo. Para além destes, existem outros que detêm um grau moderado e apresentam também exposição de pessoas e bens.

Por fim, as áreas onde se observa fraca ocupação humana, são maioritariamente ocupadas por solo agrícola e ou florestal possuem uma baixa vulnerabilidade.

Classes de classificação	Área (%)
Muito Elevada	0,15
Elevada	6,51
Moderada	38,08
Baixa	53,52
Muito Baixa	0,15

Tabela nº8 - Classes de Vulnerabilidade a Movimentos em Massa



Carta nº25 - Vulnerabilidade a Movimentos em Massa

Fonte: CMC (Elaboração própria)



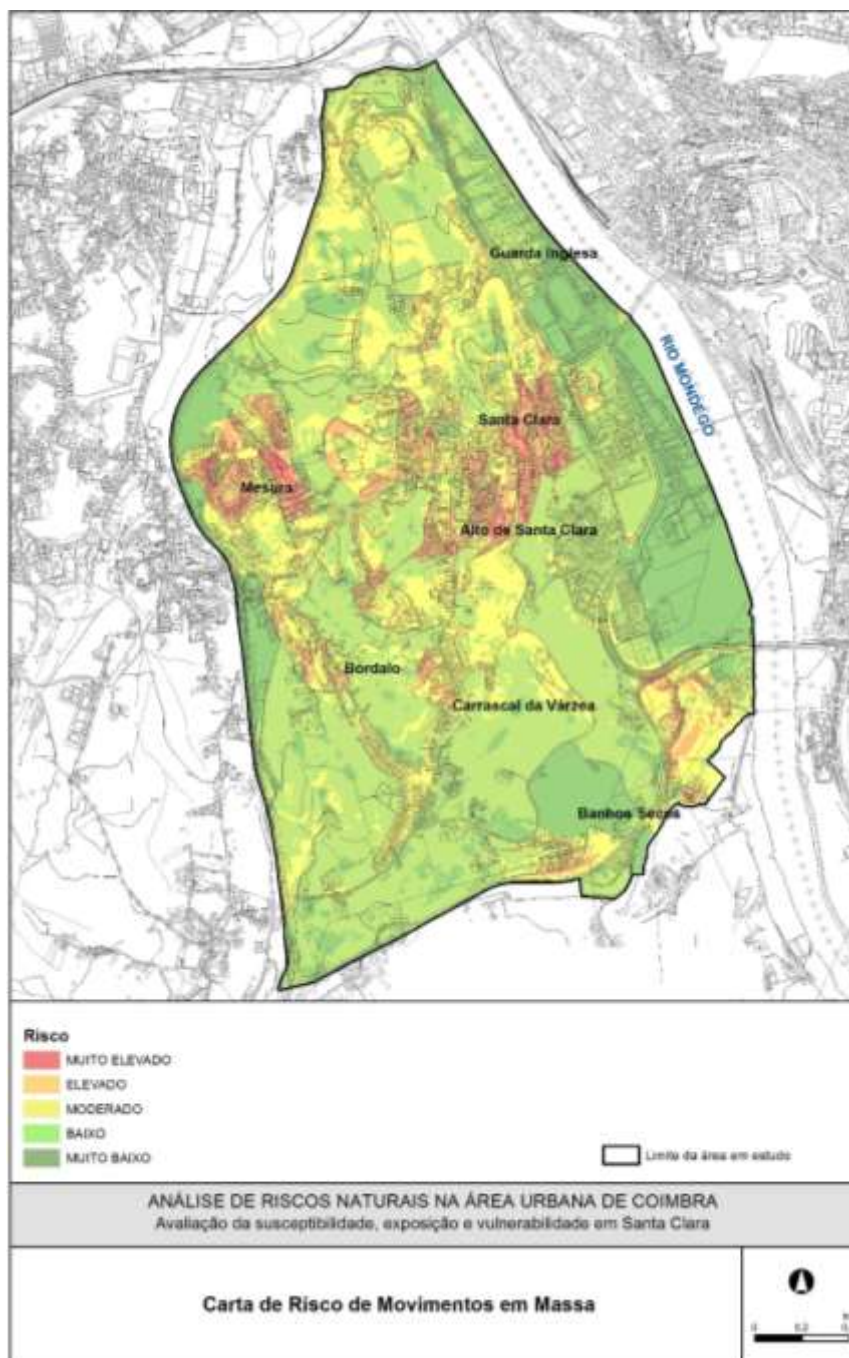
### 6.2.3 Risco de Movimentos de Massa

Da análise do risco de movimentos em massa, constata-se que a área em estudo se encontra pouco exposta a este tipo de risco. Contudo tendo em conta as características físicas e a dinâmica de ocupação do território, o risco elevado e muito elevado está presente em 26,99% da área em estudo, apresentando expressão em áreas com alguma densidade populacional.

A áreas com risco mais elevado são mais representativas junto aos aglomerados populacionais de Santa Clara, Mesura e Alto de Santa Clara. Já as áreas de risco baixo (20,02%) e muito baixo (6,97%), evidenciam as áreas com fraca ocupação humana, por exemplo área Sul do território em análise.

Classes de classificação	Área (%)
Muito Elevado	12,30
Elevado	24,02
Moderado	36,69
Baixo	20,02
Muito Baixo	6,97

Tabela nº9 - Classes de risco de movimentos de massa



Carta nº26 - Risco de Movimentos em Massa

Fonte: CMC (Elaboração própria)

### 6.3 Incêndios no Interface Urbano-Florestal

Os incêndios florestais constituem uma ameaça permanente em áreas de interface entre o espaço urbano e as florestas.

Os incêndios no interface urbano-florestal dizem respeito às áreas de contacto entre o espaço com a ocupação agrícola, florestal ou inculto e o espaço edificado (urbano).

Nas últimas décadas tem-se verificado uma ocupação crescente por parte de diversas atividades antrópicas, sendo notável o crescimento das áreas edificadas em espaços de anterior uso agrícola e florestal.

Em Coimbra, em 1995, assistiu-se à entrada dos incêndios florestais no perímetro urbano da cidade, provocando o pânico na cidade e sobretudo nas povoações vizinhas, pois por diversas vezes se aproximou de áreas residenciais.

Em 2005, voltou a assistir-se a uma sucessão de situações anormais. Os incêndios florestais invadiram novamente as áreas urbanas, trazendo prejuízos materiais e grande alarme social para a população.

A problemática dos incêndios é, em primeiro lugar, consequência do fracasso da implementação de uma estratégia de ordenamento do território, bem como da ausência de planeamento, quer a nível urbano, quer a nível florestal e em especial, ao nível da defesa da floresta contra incêndios (LOURENÇO; RAINHA, 2000; Cruz, 2007).

Um dos principais problemas traduz-se: na “ *inexistência de uma delimitação clara dos aglomerados populacionais; presença de habitações dispersas e, normalmente, muradas; existência de grandes quantidades de vegetação combustível em redor e no interior dos logradouros das edificações; presença de infraestruturas de risco que requerem atenção imediata (zonas de concentração de humana com reduzida mobilidade: lares, creches, escolas etc.; locais de armazenamento de produtos inflamáveis no interior dos logradouros ou em áreas contíguas: bombas/depósitos de combustíveis, de lenhas, etc.)*” (DUARTE, 2005; LOURENÇO et al. RAINHA, 2006).

De um modo muito simplificado, entre as áreas florestais e áreas habitadas, podem considerar-se dois tipos de interface: “zona residencial compacta que confina diretamente com a floresta” e uma “zona habitacional ou casas dispersas misturadas com a vegetação florestal”. (CATARINO, 2003).

### 6.3.1 Suscetibilidade a Incêndios no Interface Urbano-Florestal

Para avaliar a suscetibilidade a incêndios no interface urbano-florestal foi dada relevância a todas as condicionantes e elementos marcantes no território, como: a ocupação do solo, a altitude, os declives, a exposição das vertentes, proximidade à rede viária e distância às corporações de bombeiros.

Sendo estas fundamentais para a representação espacial deste risco, foi-lhes atribuída um valor numa escala de 1 a 5. Esta classificação foi realizada de forma a valorizar as condicionantes que contribuem para que a área seja mais ou menos suscetível.

No ANEXO IV, encontra-se a tabela com os parâmetros considerados nesta avaliação. Foi atribuído um valor mais elevado à ocupação do solo e aos declives. Na ocupação do solo achou-se importante distinguir as florestas e as florestas abertas e vegetação arbustiva e herbácea. No tipo de ocupação florestal, segundo a nomenclatura da COS (2007), estão integradas as “florestas de folhosas, florestas de resinosas e florestas mistas”. Nas “florestas abertas, vegetação arbustiva e herbácea”, encontra-se a vegetação herbácea natural, matos, vegetação esclerófila e florestas abertas, cortes e novas plantações.

Posto isto, achou-se relevante atribuir um valor mais elevado (ponderação 5) às florestas, pois estas serão mais suscetíveis de serem atingidas, uma vez que são mais combustíveis em caso de incêndio, podendo este progredir mais rapidamente.

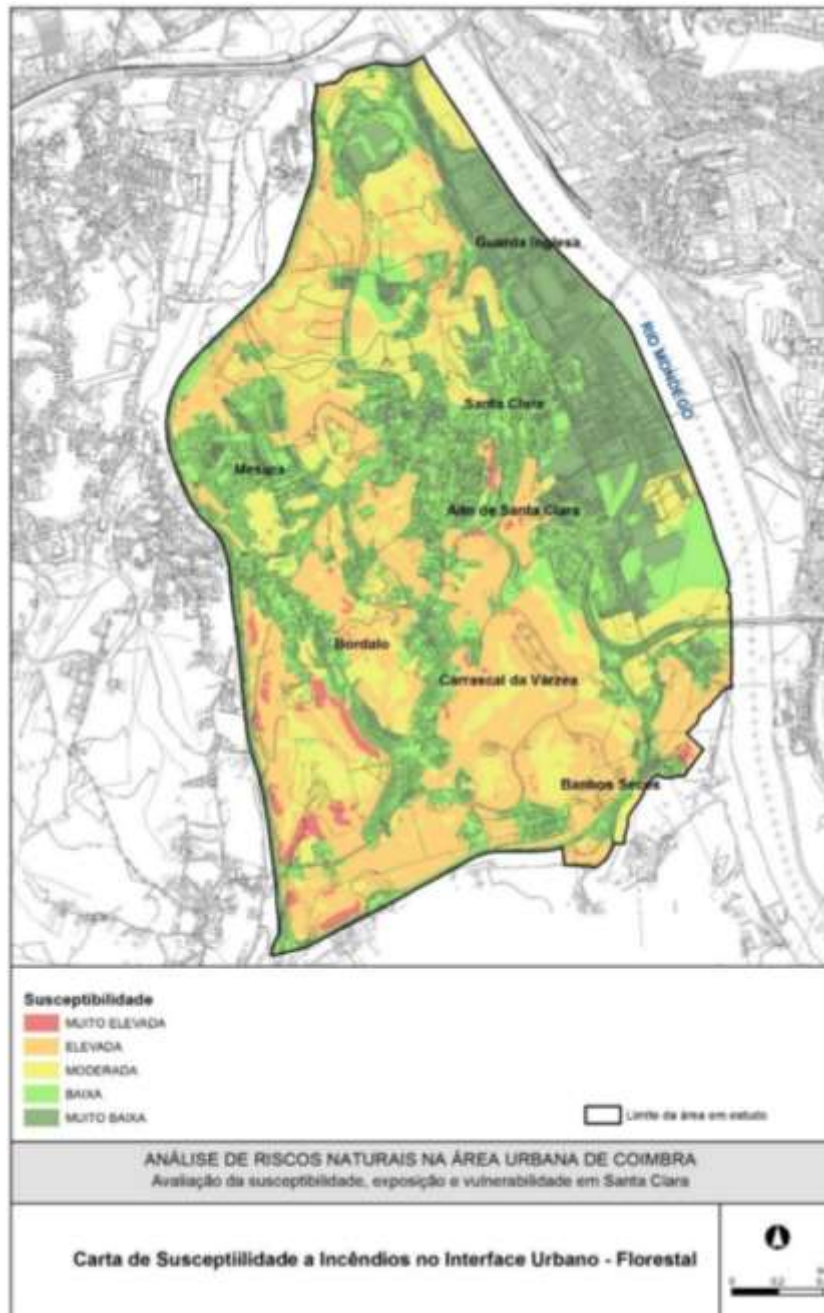
Por outro lado, as “florestas abertas, vegetação arbustiva e herbácea”, à partida serão menos combustíveis. Sendo estas pertencentes a áreas com povoamentos de corte rasos, novas plantações florestais, aceiros e ou/corta-fogos, outras formações lenhosas e áreas recentemente afetadas por incêndios em processo de regeneração, subentende-se que contribuirão de forma menos relevante para a progressão de um incêndio (ponderação 4).

No que diz respeito aos declives, o coeficiente mais elevado foi considerado para os declives superiores, pois quanto mais elevados os declives maior será a suscetibilidade de incêndio progredir.

A exposição das vertentes foi avaliada considerando que as vertentes voltadas a sul, estão mais expostas ao sol, assim é mais fácil verificarem-se temperaturas mais elevadas contribuindo para uma rápida propagação de um incêndio. Já as vertentes voltadas a este estabelecem uma zona de transição, por isso foram avaliadas com valoração “intermédia”.

A proximidade à rede viária foi interpretada, tendo-se considerado que a proximidade a uma estrada implica o aumento do perigo de ignição, logo o coeficiente de ponderação é maior em função da proximidade à mesma.

De seguida foi também analisado a distância aos quartéis de bombeiros. Considerando as corporações dos bombeiros que servem a área em estudo (bombeiros voluntários de Coimbra e os bombeiros sapadores de Coimbra), foi interpretado que quanto mais distantes se encontrarem as corporações dos bombeiros, mais tempo demorarão a deslocar-se ao local onde o incêndio está a decorrer.



Carta nº27 - Suscetibilidade a incêndios no Interface Urbano- Florestal

Fonte: CMC (Elaboração própria)

As áreas de suscetibilidade baixa (32,56%) e muito baixa (17,45%) representam a maior parte da área em estudo. Uma vez que nos encontramos numa área urbana estes resultados são compreensíveis, contudo as áreas com suscetibilidade muito elevada e elevada têm alguma representatividade nas áreas de interface urbano-florestal. A ocupação florestal existente junto aos aglomerados populacionais de Bordalo e Carrascal da Várzea e os declives moderados, contribuem para a existência desta suscetibilidade elevada

(29,22%). As áreas classificadas com suscetibilidade muito elevada encontram-se a sudoeste do território em estudo, representando apenas 1,62%.

Apesar do referido anteriormente existe uma pequena área em Santa Clara que ressalta, que poderá ser justificada pela existência de uma pequena mancha florestal e dos declives existentes.

O restante território apresenta-se com suscetibilidade moderada, este representa 19,16% da área total.

Classes de classificação	Área (%)
Muito Elevada	1,62
Elevada	29,22
Moderada	19,16
Baixa	32,56
Muito Baixa	17,45

Tabela nº10 - Classes de Suscetibilidade no Interface Urbano–Florestal

### 6.3.2 Vulnerabilidade a Incêndios no Interface Urbano–Florestal

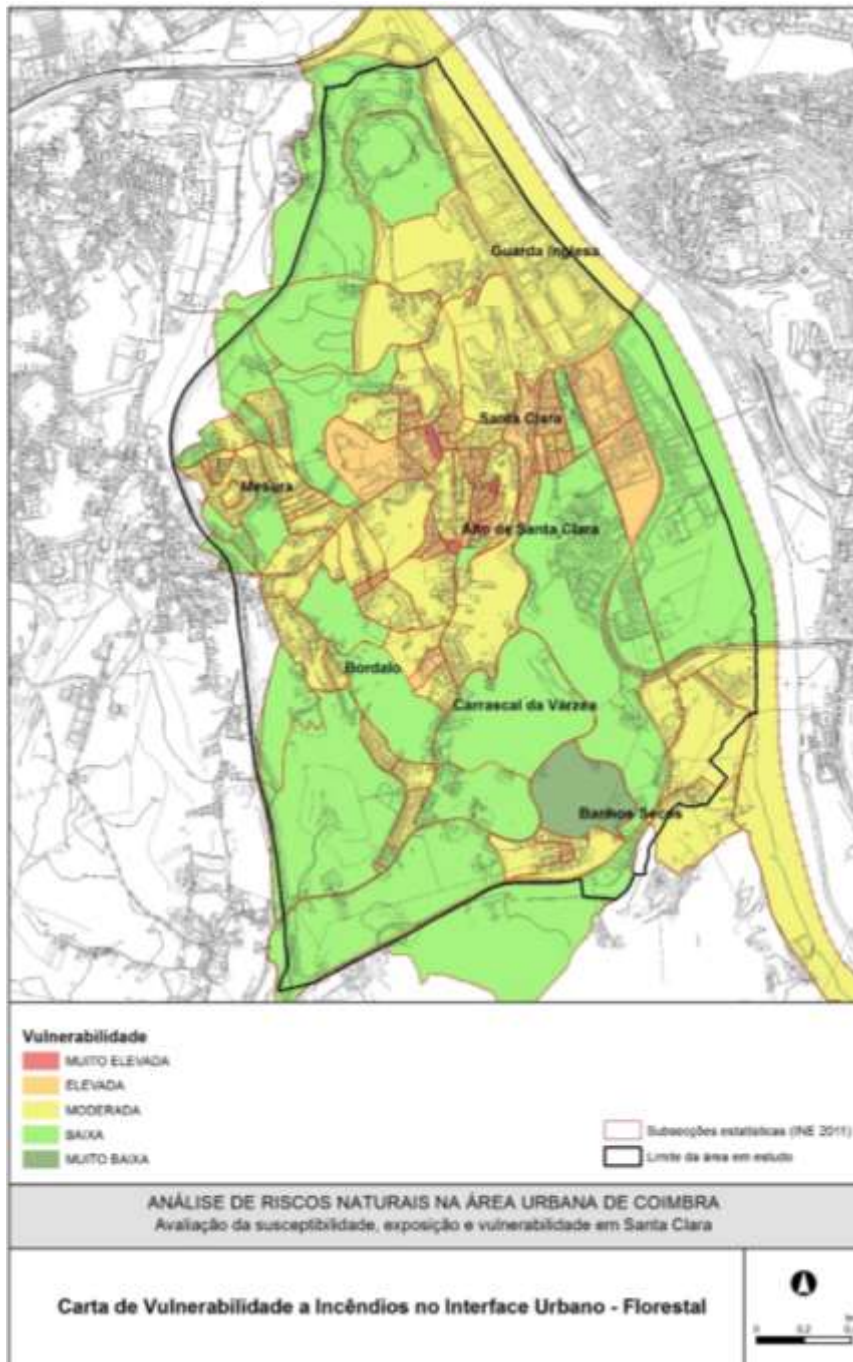
A vulnerabilidade a incêndios no interface urbano–florestal representa os danos que poderão ser produzidos por um incêndio em áreas edificadas e os custos que poderão estar associados à perda de pessoas ou até mesmo a nível económico.

Considerando o referido anteriormente, o grau de exposição, a resistência e resiliência das populações (vulnerabilidade social) e o valor dos bens expostos foram as condicionantes consideradas na determinação do processo de avaliação da vulnerabilidade.

Da análise da carta de vulnerabilidade potencial, verificou-se que o território é pouco vulnerável aos incêndios no interface urbano–florestal, uma vez que as áreas onde poderá ser suscetível ocorrer estes processos perigosos encontram-se em áreas com valores residuais de vulnerabilidade. As áreas com vulnerabilidade mais elevada, apresentam valores residuais no território em estudo.

Classes de classificação	Área (%)
Muito Elevada	0,15
Elevada	6,51
Moderada	38,08
Baixa	53,52
Muito Baixa	1,76

Tabela nº11 - Classes de Vulnerabilidade no Interface Urbano–Florestal



Carta nº28 - Vulnerabilidade a Incêndios no Interface Urbano-Florestal

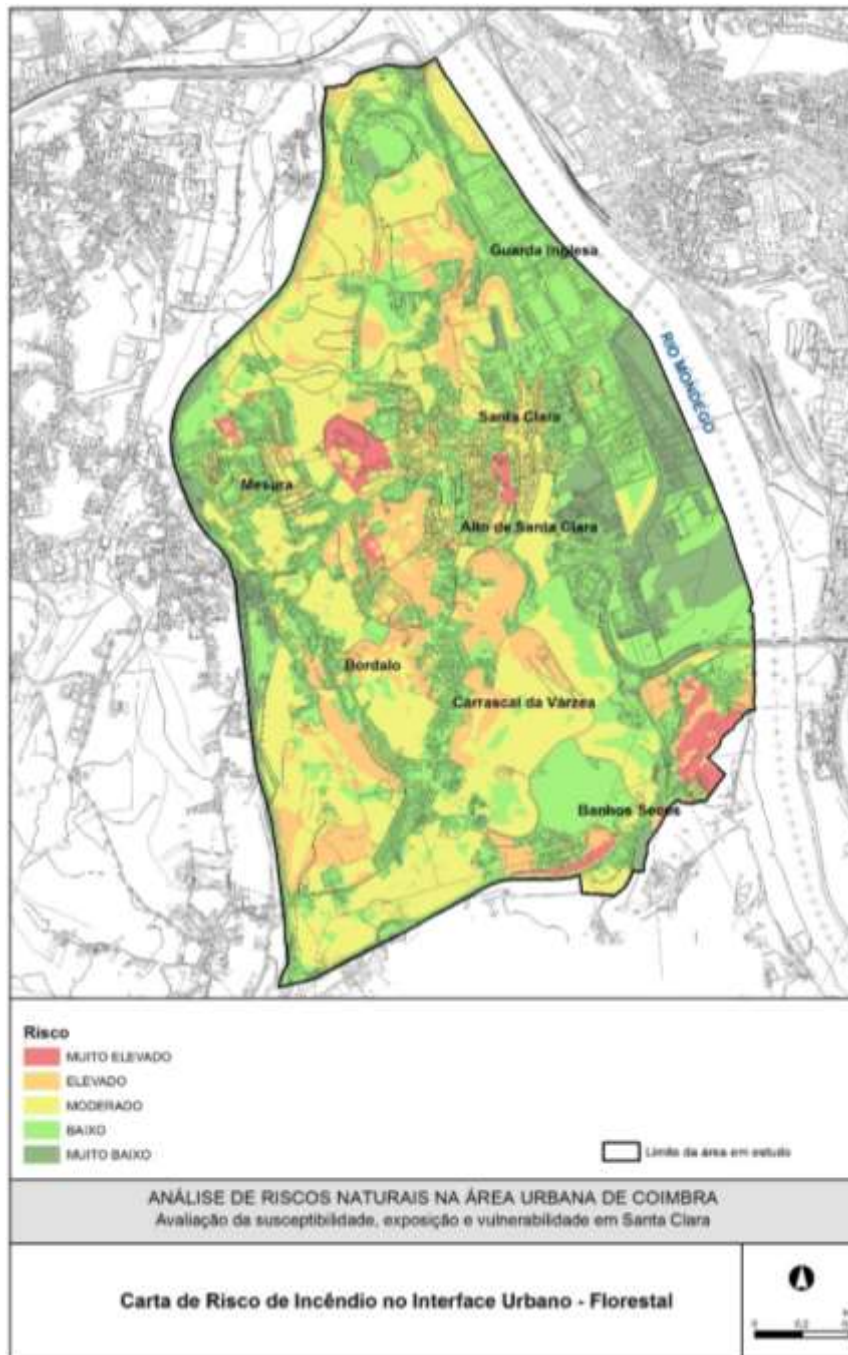
Fonte: CMC (Elaboração própria)



### 6.3.3 Risco de Incêndio no Interface Urbano-Florestal

Ao analisarmos a carta de risco de incêndio verificamos que as áreas de risco elevado e muito elevado são interrompidas unicamente pela existência de aglomerados populacionais ou por núcleo urbano consolidado.

A expansão das áreas edificadas, em locais com ocupação florestal e agrícola, conjugado com o abandono desta última atividade veio aumentar os riscos e as vulnerabilidades aos incêndios florestais aos seus efeitos e impactos.



Carta nº29 - Risco de Incêndio no Interface Urbano-Florestal

Fonte: CMC (Elaboração própria)

Classes de classificação	Área (%)
Muito Elevada	3,64
Elevada	22,81
Moderada	30,24
Baixa	26,45
Muito Baixa	16,86

Tabela nº12 - Classes de Risco no Interface Urbano-Florestal

## 7 Análise e discussão dos resultados

Sabendo que o principal objetivo da investigação pretendia avaliar diferentes processos que poderão, ou não, provocar eventos perigosos e produzir perdas humanas, económicas e sociais, achou-se pertinente que no contexto do ordenamento e gestão do território municipal se procedesse à identificação das áreas de suscetibilidade elevada e muito elevada. A identificação das mesmas contribui de modo fulcral para o auxílio das entidades responsáveis, pois permite-lhes adotar medidas de prevenção e mitigação dos riscos, assim como a realização de hipotéticas restrições à construção de edifícios ou infraestruturas.

Os dados considerados na avaliação, tal como referido anteriormente, basearam-se na análise espacial do território em estudo e isto deveu-se, essencialmente, ao facto de não ser possível realizar um registo pormenorizado das ocorrências. Contudo, foram apresentadas algumas imagens ilustrativas de recentes ocorrências registadas, por exemplo das cheias e inundações ocorridas em 2014.

Da análise da tabela seguinte (nº 13), verifica-se que de todos os processos analisados na área em estudo, o que poderá ter maior suscetibilidade; ou probabilidade espacial de ocorrer é as cheias e inundações, representando 6,7% (área inundável). Logo de seguida, os movimentos de massa representando 2,84% da área total como muita elevada e 22, 52% elevada. Já os incêndios no interface urbano-florestal representam 1,62% da área com suscetibilidade muito elevada e 29,22% com suscetibilidade elevada.

No que concerne aos riscos, os movimentos de massa apresentam um risco muito elevado de 6,97% e 20,02% elevado. Já o risco de incêndio no interface urbano-florestal apresenta 3,64% de muito elevado e 22,81% elevado. Por fim, no que diz respeito às cheias e inundações a área de estudo apresenta um valor residual, 1,90% da área, este facto tem que ver com a fraca ocupação humana existente da área onde este processo pode ocorrer.

Processos	Suscetibilidade		Risco	
	Elevada (%)	Muito Elevada (%)	Elevado (%)	Muito Elevado (%)
Cheias/Inundações	6,7*		1,90	
Movimentos em Massa	22,52	2,84	20,02	6,97
Incêndios no Interface Urbano-Florestal	29,22	1,62	22,81	3,64

\*Área inundável

Tabela nº13 - Áreas de suscetibilidade e Risco Elevado e Muito Elevado

### 7.1 Áreas Prioritárias de intervenção e prevenção

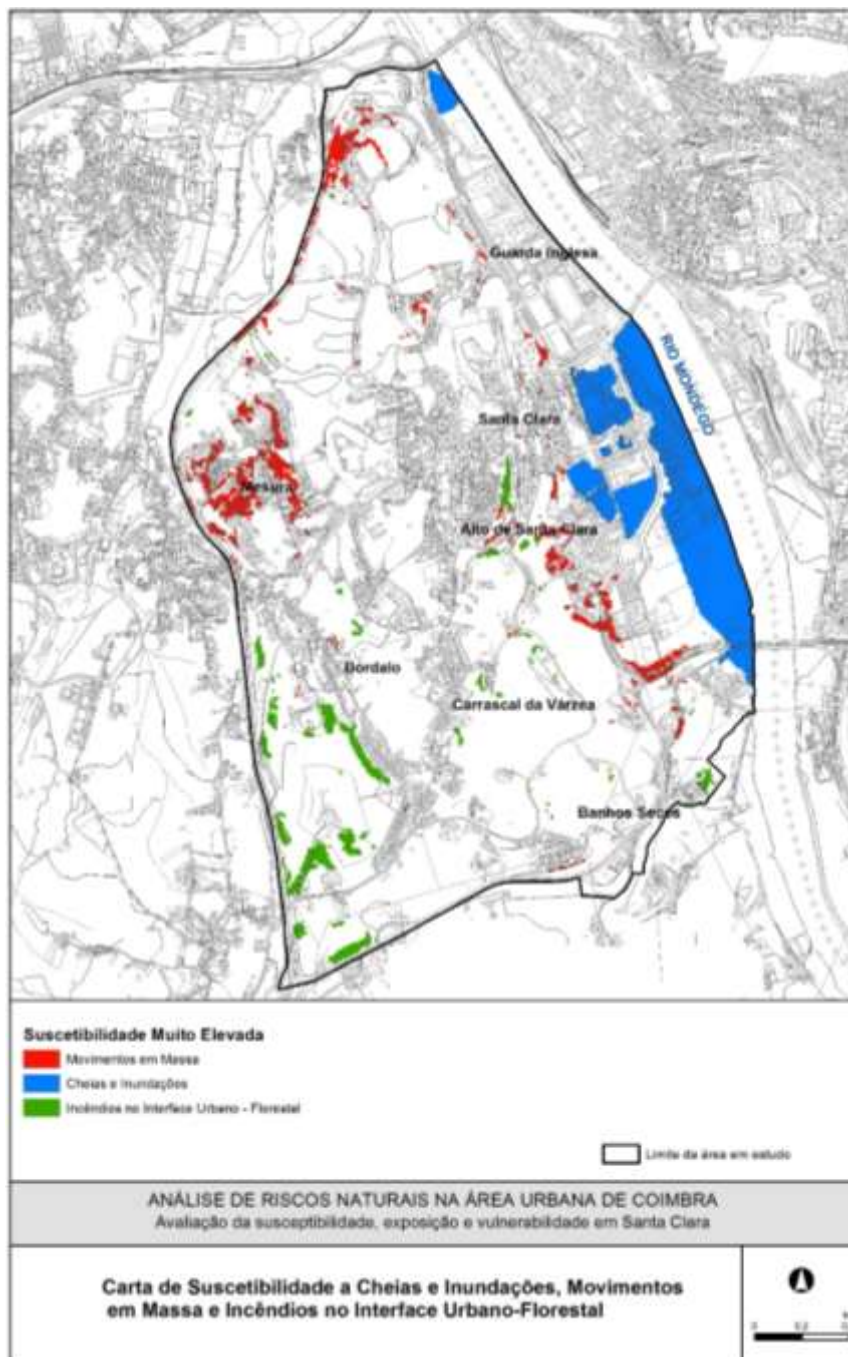
Na área em estudo, não foram identificadas áreas que configurem situações de intervenção muito preocupantes. Contudo, considera-se que existem áreas que merecem ser analisadas com mais sensibilidade e, por isso devem ser objeto de ações de prevenção.

Na carta seguinte (nº30) estão representadas as áreas com suscetibilidades mais elevadas referentes aos processos avaliados (cheias e inundações, movimentos de massa, incêndios no interface urbano-florestal). Assim constata-se que, os movimentos de massa apresentam uma área mais sensível no setor oeste do território em estudo, ou seja nas vertentes onde os declives são mais acentuados e onde as litologias calcárias são mais marcantes.

No que diz respeito às cheias e inundações no território de estudo, a área que poderá sofrer maior probabilidade de ocorrência deste processo encontra-se representada junto à zona adjacente ao Rio Mondego (planície inundável).

Por fim, os incêndios no interface urbano-florestal detêm uma representatividade mais expressiva a SW e junto ao aglomerados populacionais de Santa Clara e Alto de Santa Clara.

Em síntese, apresentam-se na carta seguinte, as áreas suscetíveis que deverão ser consideradas relevantes e que requerem uma atenção especial no que concerne à prevenção de processos perigosos.



Carta nº30 – Carta de Suscetibilidade de Cheias e Inundações, Movimentos em Massa e Incêndios no interface Urbano-Florestal

Fonte: CMC (Elaboração Própria)

## 8 A Mitigação e Prevenção dos Riscos

As cidades sempre foram suscetíveis a ser afetadas por manifestações de diversos tipos de riscos. Contudo, presentemente tem-se assistido a um aumento significativo dos mesmos, não só em número, mas também devido às dinâmicas populacionais urbanas e litoralização mais recentes, que conseqüentemente têm provocado a diversificação das atividades, a construção de infraestruturas e o desenvolvimento de sistemas em rede de diversos serviços, com o objetivo de satisfazer as necessidades cada vez mais exigentes por parte dos cidadãos, o que levou ao aumento generalizado dos riscos.

PEDROSA et al., (2013), referem “*que os principais aglomerados urbanos encontram-se localizados em zonas costeiras, deltas e ao longo das planícies aluviais dos cursos de água, características locativas que reforçam a suscetibilidade decorrentes das dinâmicas fluviais e litorais, particularmente no respeito aos processos geológicos, hidrológicos e climáticos*” (

Posto isto, a mitigação detém um papel fulcral nos riscos, pois engloba, não só, as medidas que procuram reduzir as conseqüências da manifestação de um risco, como também, visam eliminar a probabilidade dessa manifestação, sendo assim considerada uma atividade estratégica que procura soluções de longo prazo, ou seja, tem com objetivo melhorar a resiliência do território durante um período de tempo mais alargado, de modo a que a relação custo-benefício seja a mais otimizada possível.

Existem documentos de importância relevante para esta temática, tais como a norma NFPA 1600 (National Fire Prevention Association). Este documento encontra-se englobado num conjunto de documentos aprovados e editados pela National Fire Prevention Association, instituição sem fins lucrativos norte americana criada em 1896, cuja missão visa o estabelecimento de regras para **a redução do risco de incêndio e outros processos perigosos que ameaçam a qualidade de vida**. Inicialmente o **modelo do ciclo da gestão** da emergência considerado, era apenas constituído, por quatro fases: “**mitigation**”, “**preparedness**”, “**response**” e “**recovery**”. A partir de 2007 foi acrescentado às fases anteriormente referidas **a prevenção**. Esta fase permitiu a implementação de medidas que eliminem as causas das ocorrências.

Consideradas separadamente ou em conjunto, a prevenção e a mitigação são, na verdade, as fases fundamentais que devem merecer uma atenção especial por parte dos técnicos e dos decisores, quer estejam ligados diretamente ao ordenamento de território, quer ao sistema nacional de proteção civil.

A mitigação é uma atividade que deve ter como base num plano estratégico que suporte a apreciação dos riscos nas suas componentes de identificação, análise e avaliação, complementadas pelas cartas de suscetibilidade e cartas de elementos expostos que, sobrepostas, dão lugar às cartas de localização dos riscos.

### 8.1 Medidas de Prevenção e Mitigação

A abordagem dos riscos naturais nos planos municipais, mas concretamente no plano de urbanização, plano que esta investigação pretende auxiliar, resulta do cruzamento de valores de suscetibilidade e de vulnerabilidade do território.

Os cartogramas realizados deverão ser considerados como uma medida chave para o planeamento, por forma a conhecer as áreas que apresentam riscos consideráveis. Estes devem ser integrados nos Planos Municipais de Ordenamento do Território (Plano Diretor Municipal, Plano de Urbanização e Plano Pormenor), contribuindo assim para a redução do objetivo de minimizar o risco socioeconómico desses espaços.

Assim, os riscos existentes que apresentarem uma elevada suscetibilidade e vulnerabilidade, deverão ser considerados de forma relevante, pondo em prática medidas de prevenção (condicionamento de construção e instalação de infraestruturas) e medidas de mitigação (por exemplo, sensibilização das populações), contribuindo assim para a redução da vulnerabilidade.

Contudo, as áreas onde o risco é muito baixo e baixo, apenas devem ser reservadas para práticas onde apenas possa ocorrer perda económica pouco relevante, nomeadamente para uso agrícola e florestal.

De seguida serão apresentadas algumas medidas de prevenção e mitigação que poderão ser adotadas nas áreas com suscetibilidades mais elevadas:

- Prevenir o agravamento das consequências de eventos perigosos através de um planeamento eficaz dos usos do solo, mais concretamente orientando as dinâmicas privadas e as intervenções públicas no que toca à construção de novas urbanizações e à renovação das áreas urbanas existentes, tanto centrais como periféricas;
- A construção de habitações deverá ter um controle rigoroso a nível de estudos geotécnicos, mais concretamente em áreas que se verifique instabilidade de vertentes, por exemplo;

- Deverá ter-se em atenção as áreas de construção de infraestruturas coletivas que possam ter como condicionante a concentração de pessoas com mobilidade condicionada, por exemplo: escolas, lares de idosos, hospitais, equipamentos culturais recreativos e associativos, zonas verdes;
- Deverá ter-se ainda em consideração as condicionantes legais presentes no território como, por exemplo, o património classificado, áreas protegidas;

No caso concreto do risco de incêndios no interface urbano ou florestal:

- Deverá condicionar-se a construção em áreas com manchas florestais contínuas, pois estas muitas vezes encontram-se intercaladas com aglomerados populacionais e em caso de incêndio poderão ser atingidas de imediato.  
Assim, como medida de prevenção pode apelar-se à descontinuação florestal, ou seja intercalar as manchas florestais contínuas com aceiro ou com manchas de espécies mais resistentes ao fogo. (floresta de folhosas tradicionais)
- Deverá sensibilizar-se a população residente em áreas onde o risco de incêndio é mais elevado, a procederem à limpeza das faixas com uma largura de 10, 50 e 100 metros para cada lado das vias que atravessam a área florestal, nas vias, nas casas e nos aglomerados, respetivamente.

Idealmente, todos os espaços florestais e de mato, deveriam encontrar-se limpos, contudo temos a consciência que este procedimento em tem custos bastante elevados.

- Deverá ter-se em consideração as áreas com grau de risco mais elevado, tendo em atenção a expansão urbana, que por vezes verifica-se de forma dispersa. A importância da forma como se dissemina o espaço da mancha urbana é relevante, no que diz respeito às áreas de interface entre o espaço urbano e a floresta.
- Deverá ainda dar-se mais relevância à vigilância do território, melhorando a manutenção dos postos de vigia já existentes e criando novos.

No caso das cheias e inundações, existem também medidas que podem e devem acompanhar o desenvolvimento dos espaços urbanos, como:

- O condicionamento das construções em áreas de risco, com particular cuidado no ordenamento e gestão das bacias hidrográficas, principalmente as que drenam para áreas urbanas de maior densidade.



- A aplicação de medidas corretivas para pontos críticos existentes, com destaque para as linhas de água, no sentido da salvaguarda e segurança de pessoas e bens;
- Mobilização em favor da reflorestação das bacias hidrográficas com o objetivo de diminuir o escoamento superficial e a velocidade com que a água entra na cidade;
- Melhoramento do sistema de drenagem das águas pluviais, procedendo a uma frequente manutenção da mesmo;
- Dar mais relevância a intervenções, como por exemplo, o desassoreamento do Rio Mondego. Com efeito, o assoreamento do Rio Mondego, tem manifestado consequências bastante gravosas como a formação de “bancos de areia” ao longo do curso de água, em algumas situações, tem levado mesmo ao aumento da altura da água, provocando cheias e inundações.
  - Sensibilizar os mais jovens para mudanças de comportamento face aos processos perigosos que afetam a cidade (neste caso, as inundações e fenómenos a elas associados), introduzindo nas escolas debates sobre o tema, participando em projetos e habituando-os a participar em miniconferências de Educação para os Riscos.

Por fim, no que diz respeito aos Movimentos de Massa :

- É fulcral, “condicionar as ações de alteração da drenagem e escoamento natural, assim como de remoção ou substituição do coberto vegetal que reduzam o fator segurança do terreno”;
- Deve-se condicionar as ações de alteração da morfologia do terreno, pois estas poderão contribuir para a instabilidade dos terrenos existentes, (deverão ser realizadas aquando a existência de projetos de contenção ou estabilização);
- Deve-se dar relevância aos eixos viários que detenham taludes abruptos suscetíveis à ocorrência de movimentos de vertentes.

Como medida de prevenção, deverá proceder-se à construção de muros de suporte com um sistema de drenagem eficaz e ter em especial atenção à acumulação de matérias que possam contribuir para situações de perigo.

- Deve-se ter em atenção as áreas que se encontram em abandono, pois o alastramento de terrenos incultos, pode condicionar a degradação dos solos, devido à escorrência das águas, ou até mesmo da não existência de

vegetação que lhe sirva de contenção, podendo assim levar a uma maior erodibilidade;

- Deve-se restringir ações que possam alterar a drenagem e escoamento natural, por exemplo, escavações ou até mesmo a remoção ou substituição do coberto vegetal.

## 9 Conclusões

A presente investigação teve como objetivo a avaliação da suscetibilidade, vulnerabilidade e risco de vários fenómenos perigosos que poderão contribuir para a ocorrência de desastres e catástrofes na área de estudo.

A avaliação dos riscos no território em estudo, baseou-se em três pontos fundamentais:

- Identificação e caracterização das condicionantes marcantes no território em estudo;
- Avaliação das áreas críticas, partindo da suscetibilidade, vulnerabilidade e risco;
- Apresentação de recomendações a adotar no âmbito da prevenção e mitigação dos riscos.

A área em estudo encontra-se integrada na área urbana de Coimbra. Após análise da mesma concluiu-se que as condicionantes consideradas não contribuíam para a existência de áreas de risco muito significativas. No entanto, foi possível a partir de uma análise mais pormenorizada (escala de 1/5000) identificar algumas áreas mais sensíveis à ocorrência de possíveis eventos perigosos.

A abordagem do PU de Coimbra (instrumento de gestão territorial que esta investigação pretende auxiliar) no âmbito dos riscos avaliados (cheias e inundações, incêndios no interface urbano-florestal e movimentos de massa), deverá ter em consideração que o risco, tal como foi aqui considerado resulta da conjugação de valores de suscetibilidade e vulnerabilidade. Deste modo, os valores elevados de suscetibilidade remete para a adoção de , essencialmente, para medidas de prevenção (limitação à construção de edificado e infraestruturas). Já uma elevada vulnerabilidade remete, para a adoção de medidas de mitigação (informação dos agentes de proteção civil, por exemplo).

A avaliação do risco na área urbana de Santa Clara, constitui, assim, a base do planeamento deste território, considerando os elementos físicos e humanos utilizados na análise dos diferentes processos perigosos. A identificação das áreas críticas, em termos de suscetibilidade, vulnerabilidade e risco, é fundamental para que os diferentes agentes de intervenção no território possam adotar medidas de prevenção, de mitigação, de socorro e de recuperação após eventuais crises.

Em síntese, este estudo dá conhecer os pontos mais sensíveis do território no que concerne à suscetibilidade a cheias e inundações, incêndios no interface urbano-florestal e movimentos de massa, bem como a distribuição territorial da vulnerabilidade a cada um dos processos perigosos considerados, de modo a que possam ser utilizados em termos de planeamento do território e da gestão da prevenção, mitigação e socorro face aos riscos.

## 9.1 Limitações da Investigação

No decorrer da investigação deparamo-nos com algumas limitações que acabaram por influenciar o resultado do estudo, entre as quais:

- Existência de subsecções estatísticas de grande dimensão territorial e reduzida informação estatística, o que levou a uma interpretação menos correta dos cartogramas apresentados, por exemplo: a existência de uma subsecção de grande dimensão ocupada na sua maioria por um parque verde, onde apenas existe um indivíduo residente com mais de 65 anos. A subsecção será cartografada como tendo 100% da sua população total com mais de 65 anos de idade;
- Ausência de cartografia a uma escala mais pormenorizada que permitisse realizar uma análise mais precisa dos processos perigosos. (por exemplo: inexistência de carta geológica à escala de análise);
- Impossibilidade de reunir informação rigorosa sobre a temporalidade das diversas ocorrências e a não existência da localização exata das mesmas, o que levou à não confrontação dos resultados obtidos com o registo das ocorrências históricas. Assim os resultados obtidos partiram de uma análise espacial das condicionantes marcantes no território em análise, resultando assim em cartogramas que representam as áreas mais suscetíveis/vulneráveis à ocorrência de um determinado evento perigoso.

## 10 Fontes Bibliográficas

- ALARCAO, José (1999) *Evolução Urbanística de Coimbra: das origens a 1940*. Cadernos de Geografia. N.D Especial.
- AMADO, Miguel (2009) *Planeamento Regional e Urbano*. Universidade Nova de Lisboa.
- ANPC (2009) *Manual para a Elaboração, Revisão e análise de Planos Municipais de Ordenamento do Território na Vertente da Proteção Civil*, Caderno Técnico nº 6, Edição Autoridade Nacional de Proteção Civil, Lisboa.
- ANPC (2009) *Guia para a caracterização de risco no âmbito da elaboração de planos de emergência de proteção civil*, Caderno Técnico Prociv nº9, Edição Autoridade Nacional de Proteção Civil, Lisboa
- BARROS, Leandro (2010) *Riscos naturais e tecnológicos com expressão no concelho de Lamego, contributo para o ordenamento e gestão de emergência municipal*. Tese de Mestrado em Dinâmicas Naturais Riscos Naturais e Tecnológicos pela a Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra.
- BRITO, Jorge (2007) *Aplicação de Princípios Perequativos a áreas de Suscetibilidade Natural*. Coimbra.
- CMC (2006) *Plano Director Municipal – revisão – estudos de caracterização*, Coimbra.
- CMC (2013) *Plano Diretor Municipal da Câmara Municipal de Coimbra, 1ª Revisão – Câmara Municipal de Coimbra*. Coimbra
- CMC DELOITTE; Vasco Cunha, estudos e projectos (Lisboa), sa. (2007) *Plano de Urbanização da Cidade de Coimbra*, Coimbra.
- CMDFCI (2007) *Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios - Câmara Municipal de Coimbra*. Coimbra.
- CRUZ, Ana Maria e OKADA, Norio (2007) *Methodology for preliminary assessment of Natech risk in urban areas*, Springer
- CUNHA, Lúcio; DIMUCCIO, Luca (2002) *Considerações sobre riscos naturais num espaço de transição. Exercícios cartográficos numa área a Sul de Coimbra*, Territorium, Coimbra, 9, p. 37-51
- CUNHA, Lúcio; TAVARES, Alexandre; LEAL, Cátia (2010) *Riscos geomorfológicos no município de Torres Novas*. Relatório inédito, Coimbra, CEGOT, p.129.
- CUNHA, Lúcio; LEAL, Cátia (2006) *Caracterização geomorfológica, hidrológica e dos processos naturais do Município de Coimbra*, Coimbra: Centro de Estudos Geográficos - Universidade de Coimbra.
- CUNHA, Lúcio; LEAL, Cátia (2012) *Natureza e Sociedade no Estudo dos Riscos Naturais Exemplos da Aplicação ao Ordenamento do Território no Município de Torres Novas (Portugal)*.
- CUTTER, Susan; BORUFF, Bryan; SHIRLEY, Lynn (2003) *Social Vulnerability to Environmental Hazards*, Social Science Quarterly, University of South Carolina, South Carolina
- DGOTDU (2007) *Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território*. Lisboa.
- DUARTE, Anabela (2011) *Ocupação urbana da costeira de Loures um território a converter*, Tese de Mestrado em Geografia pela Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade de Lisboa.
- FERNANDES, José (2008) *Requalificação da periferia urbana. Expansão urbana, forma urbana e sustentabilidade urbana na requalificação da periferia de Coimbra*. Lisboa. ISCTE.
- FORTUNA, Carlos; FERREIRA; Claudino, PEIXOTO, Paulo, (2004) *Centro das cidades e políticas de requalificação urbana. Observações sobre o caso da baixa de Coimbra*. V Congresso Português de Sociologia, p. 23.

FREIRIA, Susana (2009) Expansão Urbana e Riscos Naturais- O caso de Coimbra. Tese de Mestrado em Dinâmicas Naturais e Riscos Naturais pela Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra

FREIRIA, Susana (2010) Construção de modelos de avaliação da vulnerabilidade social: o desafio das escalas", Actas VII Congresso da Geografia (com L. Cunha, J.M.Mendes e A. Tavares).

FRIAS, Rui (2013) Prevenção e análise de riscos naturais – A articulação entre os Planos Diretores Municipais e os Planos Municipais de Emergência. Dissertação de Mestrado. Técnico. Lisboa

GARCIA, Ricardo; ZEZÊRE, José (2003 ) Avaliação dos Riscos Geomorfológicos: Conceitos, Terminologia e Métodos de Análise. III Seminário em Recursos Geológicos, Ambiente e ordenamento do Território

INE (2009) Tipologia das Áreas Urbanas. Edição Instituto Nacional de Estatística. Lisboa.

INE (2011) Censos de Portugal de 2011. Instituto Nacional de Estatística. Lisboa.

JULIÃO, Rui (2009) Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de base municipal, Edição Autoridade Nacional de Protecção Civil, Lisboa.

Lei nº 31/2014, 2014- Lei de Bases Gerais da Política Pública de Solos, de Ordenamento do Território e de Urbanismo

LIMA, Isabel (2012) Inundações Urbanas: Desafios ao Ordenamento do Território. O caso da Cidade da praia (Cabo Verde). Dissertação de Mestrado pela Universidade de Lisboa, Instituto de Geografia e Ordenamento do Território.

LOURENÇO, Luciano (2007) Riscos Naturais, Antrópicos e Mistos. Territorium 14. Coimbra.

MARTINEZ, L; FERREIRA, A, (2007) Análise dos dados em SPSS – Primeiros passos. Escolar Editora. Lisboa

OLIVEIRA, Ferananda (2013) - Expansão VS. Contenção – Nova Cidade / Cidade Antiga Reabilitar/Renovar. De um Urbanismo de Expansão a um Urbanismo de Contenção (As Novas Exigências ao Nível da Gestão Urbanística). Coimbra.

PARTIDÁRIO, Maria (1999) - Introdução ao ordenamento do Território, Universidade Aberta. Lisboa

ROSA, Inês (2011) - Fatores Determinantes para o Planeamento Urbano Sustentável de zonas com risco de cheia, Tese de Mestrado em Engenharia Civil pela Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa.

SANTOS, Seabra; MARQUES, Alfeu; SIMÕES, Luís; MENDES, Amado (2005) Cheias em áreas urbanas: a zona de intervenção do Programa Pólis em Coimbra.

TAVARES, Alexandre; CUNHA, Lúcio (2004) Áreas inundáveis e pontos críticos de escoamento superficial no município de Coimbra – Síntese descritiva. Trabalho realizado através do Acordo – Programa entre a Câmara Municipal de Coimbra e as Faculdade de Letras e de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, no âmbito dos estudos de revisão do Plano Diretor Municipal.

TAVARES, Alexandre; CUNHA, Lúcio (2006) Carta Litológica do Município de Coimbra- Síntese Descritiva. Trabalho realizado através do Acordo – Programa entre a Câmara Municipal de Coimbra e as Faculdade de Letras e de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, no âmbito dos estudos de revisão do Plano Diretor Municipal.

TAVARES, Alexandre; CUNHA, Lúcio (2004) Espaços de planeamento no concelho de Coimbra. A importância das variáveis biofísicas, demográficas e sociais. Cadernos de Geografia. Coimbra, Faculdade de Letras.

TAVARES, Alexandre (2008) A gestão territorial dos riscos naturais e tecnológicos e o ordenamento do território: a perspetiva a partir do Plano Regional de Ordenamento do Território – Centro.

TAVARES, Alexandre; CUNHA, Lúcio (2007) Riscos naturais e ordenamento do território espaços - Risco e interfaces territoriais na região Centro. Coimbra.

TAVARES, Alexandre; CUNHA, Lúcio (2008) Perigosidade Natural na Gestão Territorial. O Caso do Município de Coimbra. Colóquio A Terra: Conflitos e Ordem, Coimbra

TAVARES, Alexandre (2010) Riscos naturais e ordenamento do território – Modelos, Práticas e Políticas Públicas a partir de uma reflexão para a região Centro de Portugal.

VIEIRA, António; GONÇALVES, Bento; LOURENÇO, Luciano; MARTINS, Bruno; LEITE, Flora (2009) Risco de Incêndio Florestal em áreas de interface urbano – florestal. Territorium nº 16.

ZÉZERE, José (2007) Riscos e Ordenamento do Território, Inforgeo. Lisboa





## Anexos

### Anexo I - Variáveis consideradas na avaliação da vulnerabilidade social

Demografia	<b>Território</b>	Densidade Populacional
	<b>Grupos Etários</b>	<b>Indivíduos residentes com idade entre os 5 e os 13 anos</b>
		Indivíduos residentes entre os 14 e os 20 anos
		Indivíduos residentes com idade entre os 20 e os 64 anos
		<b>Indivíduos residentes com idade superior a 65 anos</b>
	<b>Grau de Instrução</b>	<b>Indivíduos residentes sem saber ler nem escrever</b>
		<b>Indivíduos residentes com o 1º ciclo do ensino básico completo</b>
		Indivíduos residentes com 2º e 3º ciclo completo
		<b>Indivíduos residentes com o ensino secundário completo</b>
	<b>Emprego</b>	<b>Indivíduos residentes com o ensino superior completo</b>
		Indivíduos residentes empregados no sector primário
		Indivíduos residentes empregados no sector secundário
		<b>Indivíduos residentes empregados no sector terciário</b>
		<b>Indivíduos residentes pensionistas ou reformados</b>
Indivíduos residentes empregados		
<b>Indivíduos residentes sem atividade económica</b>		
Edificado	<b>Território</b>	Área edificada
	<b>Época de construção</b>	<b>Edifícios construídos de 1919 e 1945</b>
		Edifícios construídos entre 1945 e 1960
		Edifícios construídos entre 1971 e 1990
		<b>Edifícios construídos entre 1991 e 2000</b>
		Edifícios construídos entre 2001 e 2011
	<b>Nº de Pavimentos</b>	<b>Edifícios com 1 a 2 pavimentos</b>
		Edifícios com 3 a 4 pavimentos
		Edifícios com 5 ou mais pavimentos
	<b>Material de construção</b>	Edifícios com elementos resistentes de betão
		Edifícios com paredes de alvenaria argamassada
		<b>Edifícios com paredes de alvenaria de pedra adobe</b>
		Edifícios com outros elementos resistentes ( madeira, metálicos)
	<b>Tipo de ocupação</b>	<b>Edifícios exclusivamente residenciais</b>
Edifícios principalmente residenciais		
Edifícios não residenciais		
Alojamentos	<b>Tipo de ocupação</b>	Alojamentos familiares clássicos
		Alojamentos coletivos
		<b>Alojamentos vagos</b>
		<b>Residências habitualmente arrendadas</b>
	<b>Nº Divisões</b>	<b>Residências habituais com 1 ou 2 divisões</b>
		<b>Residências habituais com área &lt;50</b>
	<b>Residências habituais com banho</b>	
Famílias		Famílias clássicas sem desempregados
		Famílias clássicas com pessoas
		<b>Famílias clássicas Npes 65</b>

	<b>Famílias clássicas Npes 14</b>
	Famílias institucionais

\*A negrito estão assinaladas as variáveis consideradas efetivamente na análise fatorial.

Fonte: Cunha et al., (...) - Riscos Geomorfológicos no Município de Torres Novas  
(adaptado)

Dados: INE, Censos 2011

Anexo II - Parâmetros de avaliação do valor dos bens expostos

Valores dos bens expostos	Variáveis	Classes	Ponderação
	<b>Valor de Base</b>	609€ /m2	1
	<b>Época de construção</b>	Antes de 1919	0,2
		1919 a 1945	0,3
		1945 a 1960	0,5
		1960 a 1990	0,8
		Depois de 1990	1,0
	<b>Área edificada</b>	Antes de 1999	0,8
		1999-2004	0,9
		2005-2008	1
	<b>Nº de Pisos</b>	PV 1 e 2	1,5
		PV 3 e 4	3
		PV 5 e mais	6
<b>Valor das vias</b>	<b>Itinerários principais</b>	300€	
	<b>Estradas</b>	150€	
	<b>Arruamentos</b>	150€	
	<b>Caminhos</b>	15€	
<b>Valor do Uso do solo</b>	<b>Agrícola</b>	Áreas agrícolas heterogéneas	150€/ha
		Culturas Permenentes	200 €/ha
		Culturas Temporárias	150 €/ha

	<b>Florestal</b>	Florestas	300€/ha
		Florestas Abertas e Vegetação Arbustiva Herbácia	350€/ha
	<b>Vegetação Autóctone</b>		450€/ha
	<b>Inculto</b>	Mato	50€/ha

Fonte: BRITO, J. (2007) – Aplicação de Princípios Perequativos a áreas de Suscetibilidade Natural. (adaptado)

Anexo III– Condicionantes consideradas na avaliação da suscetibilidade a movimentos em massa

Susceptibilidade a Movimentos em Massa			Ponderações
<b>Declives</b>	30	0-2 Graus	1
		2-5 Graus	2
		5-15 Graus	3
		15-30 Graus	4
		> 30 Graus	5
<b>Exposição das Vertentes</b>	10	N; NE; NW	3
		S;SE;SW	1
		Plano Horizontal; E; W	2
<b>Forma das vertentes</b>	10	Côncava	3
		Convexa	2
		Rectilínea	1
<b>Litologia</b>	20	Unidades Areno-Argilosas e Calco-Dolomíticas a Calco-Margosas- Calcários- Dolomíticos e Margosos	2
		Depósitos Superficiais Cascalhentos	5
		Unidade Arenosa Grosseira Clara	1
		Depósitos Aluvionares	1
		Depósitos Coluvionares e de Vertente	5
		Unidades Calco-Margosas e Margosas	4
		Unidades Conglomeráticas, Arenosas e Pelíticas -(Triásico)	3
<b>Falhas Tectónicas</b>	10	50 m	3
		100 m	2
		200 m	1
		>200 m	0
<b>Ocupação do solo</b>	20	Florestas	1
		Florestas Abertas e Vegetação Arbustiva e Herbácea	1
		Culturas Permanentes	2
		Culturas Temporárias	2
		Áreas agrícolas Heterógeneas	2
		Territórios Artificializados	3

Fonte: Cunha et al., 2009 - Riscos Geomorfológicos no Município de Torres Novas  
(adaptado)

Anexo IV – Condicionantes consideradas na avaliação da suscetibilidade a Incêndios no Interface Urbano-Florestal

Suscetibilidade a Incêndios no Interface Urbano - Florestal			Ponderações
Altitude	5	0-75	1
		75-150	2
		> 150	3
Declives	20	0-2 graus	1
		2-5 graus	2
		5-15 graus	3
		15-30 graus	4
		> 30 graus	5
Exposição das vertentes	5	Sul	3
		Sudueste	3
		Sudoeste	3
		Leste	3
		Oeste	2
Ocupação do solo	40	Florestas	5
		Florestas abertas e vegetação arbustiva e herbácea	4
		Áreas agrícolas heterogêneas	3
		Culturas temporárias	2
		Territórios artificializados	1
Proximidade à rede viária	15	Mais de 150 m	3
		50-150 m	2
		Até 50 m	1
Distância às corporações dos bombeiros	15	Até 2 km	1
		De 2 a 4 km	2
		Acima de 4 km	3

Fonte: Tabela CRIF 2010, baseada na metodologia de análise multicritério sugerida por Almeida et al. (1995) e por Chuvieco et al. (1989).