

UNIVERSIDADE DE COIMBRA



Faculdade de Letras

EXPANSÃO URBANA E RISCOS NATURAIS

O caso de Coimbra

Susana da Costa Freiria

Dissertação de Mestrado em Dinâmicas Naturais e Riscos Naturais, apresentada à
Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra sob a orientação do Professor Doutor
Lúcio Cunha e do Professor Doutor Norberto Santos

2009

Agradecimentos

Agradeço aos meus orientadores, Doutor Lúcio Cunha e Doutor Norberto Santos, por toda a atenção dispensada, na leitura dos textos e sugestões, em termos bibliográficos e metodológicos, que em muito contribuíram para melhorar a qualidade do trabalho.

Gostaria de agradecer ao Doutor Alexandre Tavares pela disponibilidade que sempre demonstrou, pela paciência em ouvir as dúvidas e pelos inúmeros livros emprestados.

Quero também deixar o meu agradecimento ao Projecto *Risco, Vulnerabilidade Social, Estratégias de Planeamento – Uma Abordagem Integrada*, financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia, nomeadamente ao seu coordenador Doutor José Manuel Mendes, por todo o apoio dispensado.

Não posso deixar de agradecer aos meus colegas do Curso de Pós-Graduação Dinâmicas Sociais e Riscos Naturais, do ano lectivo 2005/2006, pelo companheirismo e partilha de experiências.

Quero deixar um agradecimento especial à Clara, uma pessoa e profissional excepcional, com quem tenho aprendido muito.

Quero agradecer à Anita e à Filipa pelos bons momentos proporcionados sempre que estamos juntas, assim como todas as outras pessoas que sabem que as adoro e as quais demonstram sempre disponibilidade para mim, assim como elas sabem que contam comigo. Agradeço aos colegas do CES que, com que a sua boa-disposição e disponibilidade, fazem com que até os dias de trabalho de maior azáfama se tornem mais fáceis de superar.

Gostaria de terminar expressando o meu profundo agradecimento aos meus pais e à minha mana por...tudo. Após várias tentativas concluo não ser capaz expressar, por palavras, o quanto me sinto agradecida por toda a alegria e sentido que dão à minha vida.

Resumo

O presente trabalho enquadra-se no Curso de Mestrado *Dinâmicas Sociais e Riscos Naturais*.

Constitui um dos seus principais objectivos a promoção de maior integração da componente do risco no planeamento do território, nomeadamente das áreas mais dinâmicas em termos de expansão urbana. Considera-se que essa maior integração será melhor conseguida quanto melhores e mais sólidas forem as metodologias de análise.

Numa primeira fase, o âmbito geográfico do estudo é o centro urbano de Coimbra, sendo analisado o seu espaço urbano sob o ponto de vista morfológico. Para além disso, também constitui motivo de interesse o modo como este espaço se expandiu no período 1985 – 2005, assim como a análise de dinâmicas futuras.

Em consequência desta análise, foi delimitado um caso de estudo, uma área dinâmica sob o ponto de vista urbano e que, ao mesmo tempo, se apresentou como problemática em termos de riscos naturais, tendo-se evidenciado, numa fase posterior, o risco geomorfológico.

Uma vez definido o caso de estudo procedeu-se à avaliação do Risco segundo a fórmula $\text{Risco Geomorfológico} = \text{Perigosidade} * \text{Vulnerabilidade}$. No entanto, com o evoluir do trabalho, revelou-se uma fórmula desadequada ao contexto em análise. Decorrente da evolução do trabalho e da recolha bibliográfica, avaliou-se segundo a seguinte fórmula: $\text{Risco Geomorfológico} = \text{Susceptibilidade} * \text{Vulnerabilidade}$ (Vulnerabilidade social + Vulnerabilidade infraestrutural).

Na última fase do trabalho, confrontou-se as zonas de maior risco, o espaço urbano e o zonamento do PDM, evidenciando-se algumas áreas problemáticas, para as quais se procurou definir formas de integração entre o risco e o processo de ordenamento do território e apontar algumas soluções .

Índice:

Capítulo I. Introdução.....	5
I.1 O conceito de cidade está ultrapassado?.....	6
I.2 A cidade no século XXI e a sua interacção com o espaço físico	10
I.3 Conceito de Risco.....	12
I.3.1 Hazard.....	14
I.3.2 Vulnerabilidade	16
I.4 Riscos Naturais e Ordenamento do Território	21
Capítulo II. Estrutura e abordagem metodológica.....	23
II.1 Objectivos principais e metodologia:	24
II.2 Estrutura do Trabalho	27
Capítulo III. Caracterização da cidade de Coimbra.....	29
III.1 Localização geográfica	30
III.2 Densidade populacional.....	32
III.3 Coimbra: uma cidade dispersa?.....	36
Capítulo IV. A expansão urbana de Coimbra no período 1985-2005	51
IV.1 A expansão urbana de Coimbra em superfície.....	52
IV.2 Expansão urbana de Coimbra em altura	58
IV.3 A expansão urbana de Coimbra no período 1985-2005 – Síntese	64
Capítulo V. Dinâmicas espaciais futuras da cidade de Coimbra	65
Capítulo VI. Definição e Caracterização do Caso de Estudo	72
VI.1 Definição do caso de estudo.....	73
VI.2 Caracterização do caso de estudo.....	75
VI.2.1 Caracterização humana	75
VI.2.2 Caracterização física	86
Capítulo VII. Expansão urbana e qual Risco Natural?	93
VII.1 Susceptibilidade a incêndios florestais	94
VII.2 Susceptibilidade a inundações.....	96

VII.3	Susceptibilidade a movimentos de massa	97
VII.4	Expansão urbana e qual Risco Natural? – Síntese.....	99
Capítulo VIII. Os Riscos Geomorfológicos na área em estudo.....		100
VIII.1	Histórico de movimentos de massa	101
VIII.1.1	Metodologia.....	101
VIII.1.2	Movimentos de massa e precipitação.....	105
VIII.1.3	Movimentos de massa e danos causados.....	109
Capítulo IX. Risco Geomorfológico = Perigosidade * Vulnerabilidade?.....		113
Capítulo X. Avaliação do Risco Geomorfológico - Susceptibilidade.....		115
X.1	Quais os factores mais adequados para a avaliação da susceptibilidade?	116
X.2	Qual a metodologia mais adequada para a avaliação da susceptibilidade? ..	118
X.3	Avaliação da susceptibilidade aos movimentos de massa.....	122
X.3.1	Análise factorial.....	123
X.3.2	Analytical Hierarchy Process	126
X.3.3	Método heurístico qualitativo.....	128
X.4	Qual a metodologia mais adequada à realidade do caso de estudo?	130
X.5	Avaliação da susceptibilidade no caso de estudo - síntese	132
X.5.1	Valor das habitações e áreas de maior susceptibilidade	134
Capítulo XI. Avaliação do Risco Geomorfológico - Vulnerabilidade ..		141
XI.1	Formas de quantificar a Vulnerabilidade.....	142
XI.2	Vulnerabilidade a movimentos de massa.....	148
XI.2.1	Avaliação da Vulnerabilidade Social do caso de estudo.....	152
XI.2.2	Avaliação da Vulnerabilidade Infraestrutural do caso de estudo	164
XI.2.3	Vulnerabilidade a movimentos de massa do caso de estudo.....	168
Capítulo XII. Os Riscos Geomorfológicos – Susceptibilidade * Vulnerabilidade.....		171
XII.1	Risco de movimento de massa e espaço urbano.....	175
XII.2	Risco de movimento de massa e planeamento do território.....	178
XII.3	Gestão do risco de movimentos de massa – “um jogo a várias mãos”	183

Capítulo XIII. Conclusão	187
Capítulo XIV. Bibliografia.....	191
Capítulo XV. Anexo	210
Qual a melhor forma de definição de áreas urbanas homogéneas?	211

Capítulo I. Introdução

O conceito de cidade está ultrapassado?

A cidade no século XXI e a sua interacção com o espaço físico

Conceito de Risco

Riscos Naturais e Ordenamento do Território

1.1 O conceito de cidade está ultrapassado?

Em Portugal, no início do século XXI, 75% da população residia em espaços urbanos (INE, 2001). Constitui um dado que demonstra a importância da cidade na organização do espaço e, por consequência, a necessidade de canalizar esforços no sentido de compreender as suas dinâmicas. Uma das questões que se coloca é como definir o conceito de cidade no contexto actual.

Na **perspectiva tradicional** a cidade é definida como uma entidade física facilmente individualizada do restante território, por aspectos como a sua morfologia, densidade. No entanto, **no início de século XXI**, observa-se a existência de uma progressiva fragmentação da cidade. Já não existe uma visível separação na paisagem entre o campo e a cidade, observa-se o aparecimento de uma nova realidade urbana em que a promiscuidade de usos e de formas é patente, dando origem àquilo que Jorge Gaspar (1998) denominou de “polpa urbana”, espaços que não podem ser classificados nem como campo nem como cidade. A visível difusão espacial de residências, fábricas, grandes superfícies comerciais, equipamentos de lazer, tornam cada vez mais difícil identificar os limites da cidade, do subúrbio e do campo, **para usar uma tipologia tradicional**¹ (Salgueiro, 2006).

Por conseguinte, o conceito de cidade surge no século XXI como um conceito de complexa definição, uma vez que parece diluir-se no espaço físico, ao ponto de suscitar a questão se o conceito de cidade não estará ultrapassado. Uma das formas de responder a esta questão passa pela análise do modo como as instituições públicas definem o conceito de cidade. Na análise da Lei nº 11/ 82, de 2 de Junho, que estabelece o regime de criação e extinção das autarquias locais e de designação e determinação de categoria das povoações, constata-se no artigo 13º que uma vila só pode ser elevada a cidade quando conte *com um número de eleitores superior a 8000, em aglomerado populacional contínuo, e possua, pelo menos, metade dos seguintes equipamentos colectivos: instalações hospitalares com serviço de permanência; farmácias; corporações de bombeiros; casa de espectáculos e centro cultural; museu e biblioteca; instalações de hotelaria; estabelecimentos de ensino preparatório e secundário; estabelecimento de ensino pré-primário e infantários*. Será que a Lei 11/ 82, de 2 de

¹ Sublinhado nosso

Junho, se adequa à realidade urbana portuguesa do século XXI? A Lei supra – referida baseia-se em critérios **morfológicos, demográficos e funcionais** na determinação do regime de designação e categorização das povoações. Segundo os critérios **morfológicos**, a cidade é designada como tal por ter uma maior densidade de funções em relação ao restante território; de acordo com os critérios **demográficos**², a cidade é identificada como um espaço de maior densidade populacional em relação com a área envolvente; segundo os critérios **funcionais**³, significa classificar a cidade pelo uso que é dado ao solo, como possuir equipamentos que não se encontram em espaços rurais. No contexto actual, a análise destes critérios suscita algumas dúvidas, uma vez que a melhoria das vias de comunicação deu origem a estruturas de urbanização fortemente caracterizadas pela descontinuidade física o que coloca em causa a valia dos critérios morfológicos e demográficos na delimitação de cidade. Uma delimitação com base em critérios funcionais, também se encontra posta em causa pela deslocação das actividades industriais e terciárias que caracteriza a fase posterior da periurbanização e difusão da cidade no território (Cladera, 2003), ou seja, levanta dúvidas de até que ponto faz sentido definir cidade como um local onde existe uma elevada densidade de determinadas funções quando se observa uma deslocação de serviços⁴ para locais considerados rurais. Não quer isto dizer que os critérios funcionais, morfológicos e demográficos não constituem indicadores diferenciadores do que é cidade. No entanto verifica-se que, face às novas dinâmicas do território, os critérios usados na Lei nº 11/82 para a elevação de uma cidade a vila devem ser visto com algumas salvaguardas.

² Segundo o artigo 13º da Lei 11/82, de 2 de Junho, “Uma vila só pode ser elevada à categoria de cidade quando conta com um número de eleitores, em aglomerado populacional contínuo superior a 8000”

³ Segundo o artigo 13º da Lei 11/82, de 2 de Junho “Uma vila só pode ser elevada à categoria de cidade quando (...) e possua pelo menos metade dos seguintes equipamentos colectivos: a) Instalações hospitalares com serviço de permanência; b) Farmácias; c) Corporação de bombeiros; d) Casa de espectáculos e centro cultural; e) Museu e biblioteca; f) Instalações de hotelaria; g) Estabelecimento de ensino preparatório e secundário; h) Estabelecimento de ensino pré-primário e infantários; i) Transportes públicos, urbanos e suburbanos; j) Parques ou jardins públicos

⁴ Os centros comerciais podem ser apontados como exemplos de serviços que se estão a descentralizar da cidade para o campo.

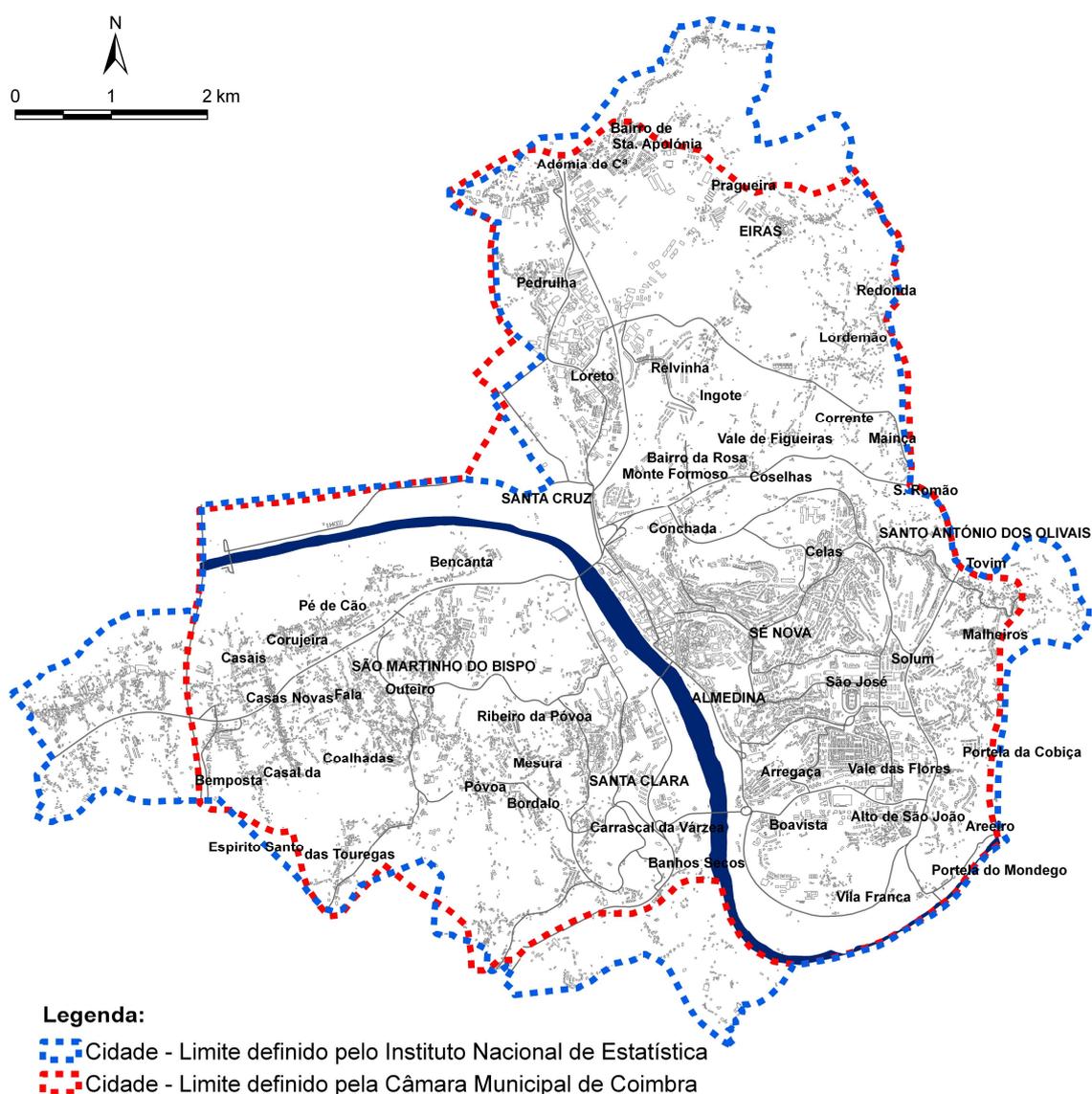


Fig. 1 A diferença entre o limite definido pela CMC⁵ e o limite definido pelo INE⁶

Considera-se como importante assinalar que no processo de elevação a cidade, a Lei nº 11/82 não exige cartografia com o perímetro da nova cidade, um elemento importante na gestão do território. Se tal fosse exigido, isso contribuiria para resolver o problema de uma cidade ser delimitada de diferentes formas segundo os critérios das várias instituições como a Câmara Municipal e o Instituto Nacional de Estatística. Pela observação da figura verifica-se que no caso de Coimbra o espaço que a Câmara Municipal define como cidade é diferente do espaço que o INE entende por cidade.

⁵ Câmara Municipal de Coimbra

⁶ Instituto Nacional de Estatística

Verifica-se assim existir um problema no que diz respeito à **definição dos limites físicos da cidade**, um esforço que é importante e necessário, uma vez que o entendimento dos espaços passa pelo conhecimento dos seus limites. Na análise da figura, observa-se que no caso de Coimbra, tanto segundo o limite definido pelo INE como segundo o limite definido pela CMC, a cidade não se assume como uma entidade física facilmente individualizada do restante território. Está-se na presença de um espaço com vastas áreas vazias, espaços intersticiais. Podem ser apontados, como exemplos, a Relvinha na Zona Norte e Banhos Secos na Margem Esquerda.

É de assinalar que embora o INE aponte a Lei nº 11/82 como uma referência, elaborou um conceito de *cidade estatística* que corresponde, na maioria dos casos, ao ajustamento do perímetro urbano consagrado nos instrumentos jurídicos de ocupação de solos, às subsecções estatísticas definidas na Base Geográfica de Referenciação da Informação (BGRI).

Nesta breve análise verifica-se não existir consonância entre o definido na legislação em vigor, os órgãos de gestão autárquica e o INE. O principal ponto de dissonância reside na forma de delimitação da cidade, contribuindo para aumentar a dificuldade de concertação entre as várias instituições que desempenham algum papel na gestão do território.

Ao longo das primeiras seis ou sete décadas do século XX a cidade morfológica, marcada pela contiguidade dos espaços construídos, foi dando lugar à cidade que se gere, ou tenta gerir... (Ferrão, 2003).

Verifica-se que o conceito de cidade continua actual. Aliás, a cidade surge como uma realidade incontornável, que é necessário gerir. Note-se que a cidade constitui o principal elemento de estruturação espacial da sociedade contemporânea (Santos, 2001). *Embora dispersa, fragmentada e policêntrica (Carvalho, 2003), a cidade não deixa de constituir uma realidade material. A cidade mudou de dimensão e de forma, mas isso não significa que deixou de existir cidade.* Ainda que com uma morfologia mais fragmentada, a cidade continua a ser um sistema territorial constituído por um maior número de unidades territoriais que há alguns anos. Sendo necessário procurar que essas diversas unidades funcionem de modo articulado, a fim de que o sistema territorial seja funcional. Um sistema territorial bem articulado permitirá a minimização dos

desequilíbrios existentes e adaptação do espaço urbano, a fim de que seja possível responder às necessidades e problemas crescentes com que este se debate.

Verifica-se que este conjunto de mudanças na cidade vai dar origem a novas geografias e exigir novas formas de intervenção no território.

1.2 A cidade no século XXI e a sua interacção com o espaço físico

O facto da cidade compacta, enquanto unidade territorial com limites precisos em contacto com o espaço rural, se ter estilhaçado num conjunto de fragmentos deu origem ao aparecimento de espaços intersticiais, resquícios de espaço agrícola e florestal, contribuindo para a degradação do ambiente. No processo de expansão urbana verifica-se, por vezes, uma apropriação e uso dos recursos naturais sem ter em conta aspectos como as condicionantes físicas do território.

Neste processo de expansão urbana difusa um dos pontos cruciais centra-se no maior consumo de solo. Aliás, a Comissão Europeia (2006) aponta como um problema grave na Europa a degradação do solo provocado ou acentuado por actividades humanas como o crescimento das zonas urbanas. O solo é um recurso finito e único nas suas qualidades como factor de produção: é fixo quanto à sua localização, imóvel, e não é praticamente possível aumentar o volume da sua oferta potencial (exceptuando a renovação e a reconversão de uso (Correia, 2002), o que significa que não pode ser desbaratado de forma aleatória, sem qualquer forma de planeamento.

Note-se que as acções de urbanização possuem um elevado grau de **irreversibilidade**. Quando o processo de expansão urbana decorre de forma espontânea, errática, fruto de milhares de decisões isoladas e de escala e perfil funcional muito diverso, a racionalidade do planeamento é substituída pela dinâmica do investimento privado e pela variabilidade do mercado; *a forma urbana resultante é, à primeira vista, não estruturada, caótica, incompleta, labiríntica e instável*⁷ (A. Domingues, 1994).

Os fenómenos de concentração urbana, com crescimento desordenado das cidades e a transformação do espaço rural e a envolvente num imenso e descaracterizado subúrbio, são responsáveis por um acréscimo do factor vulnerabilidade, particularmente para as populações urbanas de mais baixos rendimentos (Cunha e Dimuccio, 2002).

⁷ Sublinhado nosso

O facto das cidades terem vindo a assumir uma forma urbana cada vez mais difusa⁸ contribui para acentuar a degradação dos espaços naturais, através da destruição do coberto vegetal e da impermeabilização dos solos, tem consequências no escoamento superficial e subterrâneo. Constitui um conjunto de acções humanas que vão ter consequências na estabilidade da vertente.

A ocupação do espaço pela *sociedade*, ao *interferir com as dinâmicas naturais*, desencadeia muitos dos processos indutores do risco (A. Pedrosa, 2006). Para além de se verificar um aumento na frequência nos processos de instabilidade, também se observa um aumento na magnitude e elevados danos materiais e humanos, *o que não pode ser desligado do incremento na ocupação e uso antrópico do espaço físico* (Tavares, 2001).

Para além disso, a urbanização difusa vai dar origem a que os solos em áreas de menor risco se esgotem mais rapidamente, o que significa uma maior probabilidade de urbanização de zonas de risco.

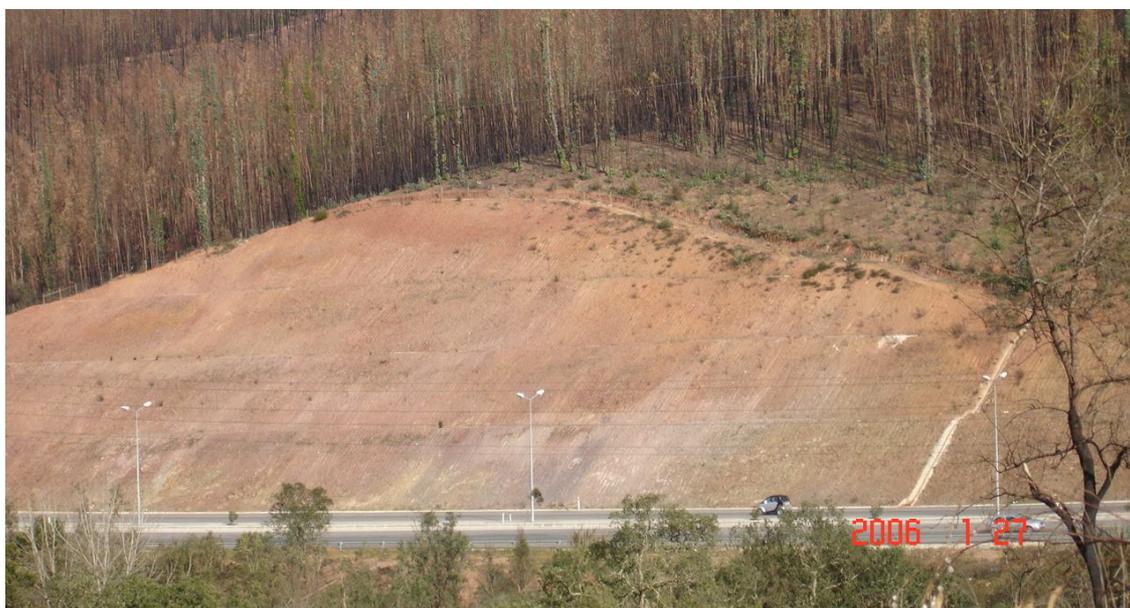


Fig. 2: O exemplo do corte numa vertente do Vale de Coselhas para construção da Circular Interna em Coimbra

⁸ Cidade Difusa: Termo utilizado para designar um fenómeno caracterizado pela dispersão da população urbana pelo território, inclusive sobre as áreas rurais, sem que exista vínculo algum dessas pessoas com as actividades agrícolas (Entrena Durán, 2003)

Num contexto em que a expansão urbana difusa tem impactos sobre o ambiente e provoca o aumento de situações de risco, a Gestão do Risco surge cada vez mais como um aspecto incontornável, em termos de políticas urbanas.

A dissolução dos limites da cidade, o desaparecimento da dicotomia cidade – campo, as transformações rápidas a que o espaço se encontra sujeito neste mundo globalizado exige novas formas de planear que sejam facilmente adaptáveis a novas realidades. Vive-se num quadro de profundas transformações urbanas, sobre o qual o conhecimento se encontra pouco sistematizado, mas já é possível constatar que muitas das tradicionais metodologias académicas e práticas de planeamento não se adequam aos actuais e reais cenários urbanos (Atlas de Portugal, IGEO).

Um dos objectivos do presente trabalho é que este constitua um contributo para encontrar metodologias que respondam à necessidade de novas formas de ordenar o território.

Uma das primeiras etapas da procura de soluções para a problemática que envolve a expansão urbana e os riscos naturais passa pela definição de risco e sua relação com o ordenamento do território.

1.3 Conceito de Risco

O conceito de Risco pode ser definido como a probabilidade de consequências danosas ou perdas esperadas (mortes, feridos, danos nas propriedades, afectação dos meios de subsistência, interrupção nas actividades económicas e danos no ambiente) resultantes da interacção entre as perigosidades naturais ou induzidas pelo ser humano e as condições vulneráveis (ONU, 2004). O Risco aparece como um conceito composto, observando-se a interacção de duas dimensões, a dimensão natural do território e a dimensão humana. Na dinâmica do risco a sociedade desempenha um papel de grande duplicidade, enquanto que a montante do processo, se assume como um agente activo, um agente transformador do território, a jusante, surge como um agente passivo afectado pelas consequências de determinado risco. Luhamann (1993) aponta a existência de relações causais entre acções ou acontecimentos humanos e efeitos indesejáveis e, por conseguinte, as consequências das crises podem ser evitadas ou reduzidas, no caso dos acontecimentos causais serem evitados ou modificados.

No contexto de análise do risco está-se na presença da possibilidade de um processo que produz um determinado impacto danoso em algo com valor (incluindo seres humanos), com um conjunto de consequências incertas.

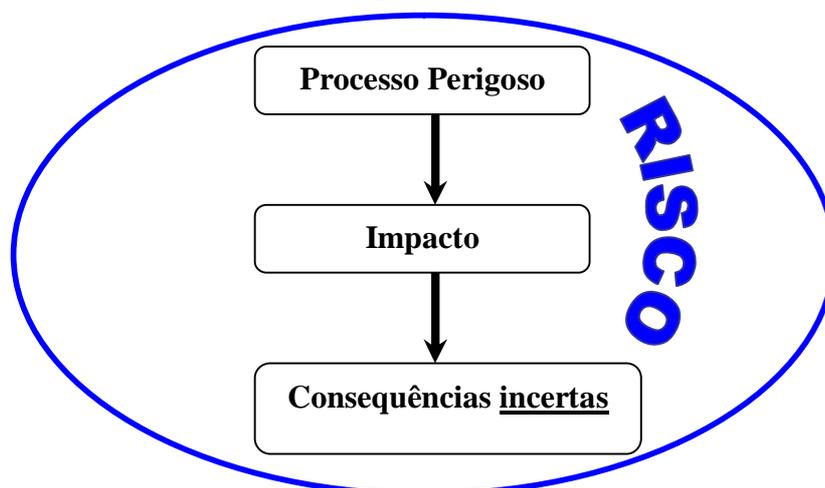


Fig. 3: Esquema das fases do Risco

O Risco surge como um conceito dominado pelo binómio processo/consequências. Autores e instituições como EMA (2002), Cardona (2004), Davis (2004), Wisner (2004), ONU (2004), Almeida (2005), Rebelo (2005) apresentam o conceito de Risco como sendo o resultado do **produto** do *hazard* pela **vulnerabilidade**. É importante assinalar o facto de se tratar de uma operação multiplicativa e não, por exemplo, de uma soma. Sendo uma operação multiplicativa no caso de um dos elementos da equação for igual a zero, o valor final, ou seja, o risco será também zero. O *hazard* e a vulnerabilidade apresentam-se como condições dependentes uma da outra, uma não pode existir sem a outra.

Numa primeira fase, por uma questão metodológica e melhor compreensão do conceito de risco, *hazard* e vulnerabilidade serão tratados de modo separado. Segundo a ONU (2002) na Estratégia Internacional para Redução de Desastres enquanto que o *hazard* determina a localização geográfica, intensidade e probabilidade de acontecer alguma catástrofe, o conceito de vulnerabilidade determina as condições que influenciam a amplitude dessa catástrofe.

Tabela 1: Conceito de Risco

Conceito de Risco	Autor
O termo Risco é usado para descrever a probabilidade de consequências negativas fruto da interacção entre hazards, comunidade e ambiente	EMA (2002)
No que concerne ao Risco existe uma concomitância e condicionamento mútuo entre <i>hazard</i> e vulnerabilidade. Quando uma ou duas das componentes do Risco são alteradas, está-se a interferir com o Risco em si	Cardona (2004)
1ª Fase (início da década de 90): Desastre = <i>Hazard</i> * Vulnerabilidade	Davis (2004)
2ª Fase: Desastre = <i>Hazard</i> * Vulnerabilidade/Capacidade	
Risco \sim <i>Hazard</i> * Vulnerabilidade	Wisner (2004)
Risco = <i>Hazard</i> * Vulnerabilidade	ONU (2004)
Risco = Probabilidade * Consequências	Almeida (2005)

1.3.1 Hazard

Do ponto de vista histórico, o impulso inicial das pesquisas sobre o hazard remonta aos trabalhos pioneiros desenvolvidos por Gilbert White, na década de 1950, sobre os aspectos físicos das perdas provocadas por enchentes nos Estados Unidos (Mattedi, 2001).

Susan Cutter (2003) define *hazard* como as ameaças potenciais às pessoas e coisas a que dão valor e que surgem da intersecção dos sistemas humanos, processos naturais, e sistemas tecnológicos. *Hazard* é considerado sinónimo de uma combinação aleatória das condições existentes que dão origem a uma situação de risco.

Hazard pode também ser definido como um acontecimento físico potencialmente danoso, fenómeno ou actividade humana que pode causar a perda de vida ou ferimentos, danos das propriedades, ruptura social e económica ou degradação ambiental, sendo possível distinguir *hazard* natural, *hazard* biológico, *hazard* geológico, *hazard* hidrometeorológico, *hazard* tecnológico (ONU, 2002). A distinção entre os diferentes hazard's depende da especificidade da origem de cada processo. Pode-se apontar, como

exemplo, que enquanto que o **hazard geológico** se encontra relacionado com os processos terrestres ou de origem tectónica, como terremotos, actividade de falhas geológicas, tsunamis, actividade vulcânica, assim como processos externos como movimentos de massa, o **hazard biológico** está relacionado com processos de origem orgânica ou veiculados por vectores biológicos, incluindo exposição a microrganismos patogénicos, substâncias tóxicas e bioactivas, que podem causar perda de vida ou ferimentos, danos a propriedades, ruptura social e económica ou degradação ambiental. Podem ser considerados hazard's biológicos as pragas de insectos ou surtos de doenças epidémicas.

Num sentido restrito do termo, o hazard pode ser entendido como a fonte do Risco, que pode ser de ordem natural, social ou, ainda, sócio-natural. De Leon (2006) distingue hazards sociais como sinónimo de hazards induzidos pelo ser humano, e hazards sócio-naturais como hazards criados ou alcançados como resultado de acções humanas. Enquanto que no caso dos hazards sociais o ser humano é o único agente activo, no caso dos hazards sócio-naturais o ser humano desempenha o papel de agente activo, mas não é o único elemento do sistema. Ayyub (2007) distingue 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. Coloca-se a questão de até ponto pode-se considerar adequado utilizar a expressão de hazards naturais, na medida em que a acção humana exerce a sua influência até em fenómenos como os furacões.

No presente trabalho, o conceito de hazard é entendido como uma complexa rede de elementos físicos⁹ de um determinado espaço que interagem com a realidade cultural, política e económica da sociedade e que determinam o nível de probabilidade de um acontecimento danoso.

Posto isto, coloca-se a questão de qual a melhor tradução do termo *hazard* para português, Cármen Gonçalves (2005) considerou metodologicamente mais correcto não traduzir o termo, por este “traduzir” melhor a dimensão aleatória (do acaso, na terminologia da Teoria das Probabilidades) do conceito, directamente correlacionado, segundo a autora, com o fenómeno físico, a perigosidade.

⁹ Como exemplo, de condicionantes físicas pode-se apontar a geologia, geomorfologia, clima, ocupação do solo.

O tema dos riscos naturais é um domínio de investigação explorado em Portugal desde a década de 1960 e o interesse por parte dos organismos responsáveis pelo planeamento e ordenamento do território é ainda mais recente. Este facto justifica a dificuldade de consolidação e estabilização de uma terminologia anglo-saxónica de referência (José Luís Zêzere, 2003).

No contexto de avaliação de riscos geomorfológicos José Luís Zêzere (2003) aborda a questão tendo em atenção duas dimensões: o tempo e o espaço. Decorrente dessas dimensões refere dois conceitos: a susceptibilidade e a perigosidade. O autor define o conceito de **susceptibilidade** como a **probabilidade espacial** de ocorrência de um determinado fenómeno numa dada área com base nos factores condicionantes do terreno, independentemente do seu período de recorrência. Este termo difere do conceito de **Perigosidade** (*P – hazard*) que tem em conta uma **probabilidade espacial e temporal**, ou que abrange apenas a probabilidade temporal.

No presente contexto será adoptada a tradução feita por José Luís Zêzere (2003) que considera o termo *hazard* como susceptível de ser traduzido por perigosidade.

Existem várias formas de avaliação da perigosidade de um determinado espaço, trata-se de um aspecto que se abordará posteriormente, aquando da análise do caso de estudo. Considera-se como metodologicamente mais correcto explorar as várias formas de avaliação de perigosidade e na fase imediatamente a seguir, proceder à aplicação de algumas a um determinado espaço geográfico que se evidencie como relevante.

1.3.2 Vulnerabilidade

O indivíduo/ sociedade tanto pode desempenhar o papel de agente activo, como o de agente passivo. Enquanto que como **agente activo** o indivíduo/sociedade **está na origem** do acontecimento danoso, constitui um factor de perigosidade, enquanto **agente passivo**, o indivíduo/ sociedade **sofre o impacto** de um acontecimento danoso. A dimensão desse impacto no indivíduo/ sociedade depende das suas características para antecipar, enfrentar, resistir e recuperar. A combinação de factores 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.

Numa abordagem oposta da questão, o indivíduo/ sociedade pode ainda desempenhar o papel de **agente retardador/inibidor**, ou seja, pode contribuir para diminuir o impacto. A partir da década de 1980 começa-se a procurar perceber qual o papel que a sociedade desempenha nos riscos, surgindo mesmo a questão se existem riscos que possam ser denominados de naturais. Decorrente desta dinâmica, o conceito de vulnerabilidade começará a assumir maior relevo no fim da década de 80 e nos anos 90.

Susan Cutter (1996) define vulnerabilidade como a interacção 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** constitui uma importante componente da vulnerabilidade, com vantagens como a definição de áreas prioritárias de intervenção, em caso de desastre. Ao mesmo tempo, levanta a questão de saber qual o papel desempenhado pela perigosidade na avaliação da vulnerabilidade. Será que as características biofísicas do território devem ser incluídas na equação de avaliação da vulnerabilidade?

No presente contexto, considera-se que a perigosidade deve ser tida como um elemento da equação do Risco, devidamente separado do outro elemento da equação de avaliação, a vulnerabilidade. O facto das pessoas viverem num leito de cheia não deve significar que são mais ou menos vulneráveis, a sua capacidade de enfrentar uma possível cheia é que vai determinar o seu nível de vulnerabilidade. Pode acontecer o rio transbordar o seu leito normal e isso não afectar de modo significativo o quotidiano dos residentes ou o normal funcionamento das actividades económicas. A maior ou menor perigosidade de um local deve influenciar somente o resultado final da equação do Risco. Em termos de avaliação da vulnerabilidade os enfoques principais deverão ser para a preparação, prevenção e capacidade de resposta para enfrentar as mais diversas catástrofes.

No que diz respeito à **dimensão espacial** da vulnerabilidade, considera-se que o maior relevo deverá ir para a dimensão humana do território, como a morfologia urbana, a densidade populacional, os elementos expostos, a rede de infra-estruturas. Para além destes elementos, deve ser tido em conta a dimensão da área que poderá ser afectada pelo desastre.

Para além da dimensão espacial é relevante na avaliação da vulnerabilidade ter em conta a **dimensão temporal**, na medida em que a vulnerabilidade de uma determinada

comunidade no **momento do desastre**, é diferente do nível de vulnerabilidade da comunidade semanas **após a ocorrência do desastre**. Neste sentido, são diversos os autores que analisam a vulnerabilidade tendo em conta os seus vários momentos. Ben Wisner (2006) usa os termos **vulnerabilidade pré – existente** e **vulnerabilidade emergente**. A vulnerabilidade pré-existente é entendida pelo autor como o conjunto de vulnerabilidades existentes **antes de um desastre** e ganham relevo em situações de desastre. Algumas dessas características são crónicas como a má-nutrição e difícil acesso a água potável. Em contraste apresenta a **vulnerabilidade emergente** que enfatiza as novas vulnerabilidades que são formadas ou criadas no momento do desastre ou no momento posterior ao desastre, que são **somente visíveis num desastre ou num processo de recuperação**. Pode-se apontar como outro exemplo o autor A. Lavell (2004) que integra a dimensão temporal do conceito de vulnerabilidade distinguindo dois tipos de vulnerabilidade: **vulnerabilidade excepcional** associada a eventos extremos e a **vulnerabilidade quotidiana** associada a condições permanentes como pessoas com problemas de saúde, má-nutrição, desemprego, falta de rendimentos, analfabetismo, violência social e doméstica, alcoolismo. Apesar de Lavell (2004) se referir apenas às pessoas com fracos recursos económicos, não se pode deixar de assinalar que possuir boas condições económicas não é sinónimo de invulnerabilidade. Em síntese no que concerne à dimensão temporal da vulnerabilidade é importante discernir os seguintes momentos:

- **Antes da catástrofe**/vulnerabilidade pré-emergente/ vulnerabilidade quotidiana
- **Durante a catástrofe** / vulnerabilidade emergente/ vulnerabilidade excepcional
- **Após a catástrofe** / vulnerabilidade emergente/ vulnerabilidade excepcional

É ainda de salientar que mesmo a vulnerabilidade **antes da catástrofe** não é estática, varia de acordo com as condições económicas, políticas, sociais da comunidade num determinado período de tempo. Uma comunidade apresentará maior nível de vulnerabilidade se estiver a atravessar um período de estagnação económica.

Tabela 2 Tipos de Vulnerabilidade

Tipos	Autor
Vulnerabilidade Cultural	Wilches – Chaux (1989)
Vulnerabilidade Ecológica	
Vulnerabilidade Económica	
Vulnerabilidade Educacional	
Vulnerabilidade Física	
Vulnerabilidade Ideológica	
Vulnerabilidade Institucional	
Vulnerabilidade Natural	
Vulnerabilidade Política	
Vulnerabilidade Social	
Vulnerabilidade Técnica	
Vulnerabilidade Cultural	Aysan (1993)
Vulnerabilidade Ecológica	
Vulnerabilidade Educacional	
Vulnerabilidade em termos de atitudes e motivações	
Vulnerabilidade Física	
Vulnerabilidade Material e Económica	
Vulnerabilidade Política	
Vulnerabilidade Social	
Vulnerabilidade Ambiental	Lavell (1994)
Vulnerabilidade Educacional	
Vulnerabilidade em termos de Informação	
Vulnerabilidade Social	Davis (2004)
Vulnerabilidade Económica	
Vulnerabilidade Física	
Vulnerabilidade Social	Wisner (2004)
Vulnerabilidade Comercial	
Vulnerabilidade da Economia Regional	
Vulnerabilidade do Sistema de Comunicações	
Vulnerabilidade em termos de engenharia de estruturas	
Vulnerabilidade em termos de infra-estruturas de resgate	Adger (2004)
Vulnerabilidade Social	
Vulnerabilidade Biofísica	ONU (2004)
Vulnerabilidade Social	
Vulnerabilidade Ambiental	
Vulnerabilidade Física	Alves (2006)
Vulnerabilidade Social	
Vulnerabilidade Ambiental	
Vulnerabilidade Social	Alves (2006)
Vulnerabilidade Sócio – ambiental	

Na análise da tabela 2 verifica-se que **a vulnerabilidade pode ser perspectivada por vários prismas**. No entanto, é importante ter em atenção a interligação entre os diferentes prismas, por exemplo, pode-se tentar analisar somente a vulnerabilidade ambiental e não a vulnerabilidade social, contudo um acesso reduzido a ar limpo, água potável e rede de saneamento, nomeadamente nas áreas densamente povoadas e ambientes urbanos podem aprofundar os níveis de vulnerabilidade sócio - económica (ONU, 2004).

Por conseguinte, na presente análise não será salientado nenhum tipo de vulnerabilidade em especial.

No que concerne à análise da vulnerabilidade existem questões consideradas, no presente contexto, como incontornáveis, como:

- Quem é vulnerável?
- Onde é vulnerável?
- A que é vulnerável?
- De que modo é vulnerável?

Embora se considere que a perigosidade deva constituir um elemento externo na equação de avaliação da vulnerabilidade, é definir qual a perigosidade a que determinada comunidade é vulnerável. Note-se que uma comunidade pode estar muito bem preparada para resistir a um incêndio florestal e revelar-se muito vulnerável a uma cheia. Para além disso, os parâmetros a ter em conta devem ser diferentes na medida em que, por exemplo, a densidade de moradias unifamiliares pode ser muito relevante em caso de cheia e constituir um factor secundário no caso de uma seca.

A vulnerabilidade pode ser analisada tanto na perspectiva do indivíduo, do grupo ou da sociedade. No âmbito geográfico, a análise da vulnerabilidade pode ser feita à escala nacional, regional, municipal, do lugar, sendo necessária a articulação destas escalas, tendo em conta as suas especificidades.

No presente contexto, a vulnerabilidade será analisada à escala do grupo com base na subsecção estatística. A perigosidade será seleccionada com base nas características do caso de estudo.

Tal como no caso da perigosidade, as formas de avaliação de vulnerabilidade serão abordadas posteriormente, aquando da análise do caso de estudo.

1.4 Riscos Naturais e Ordenamento do Território

Na análise elaborada verifica-se que um dos conceitos - chave é o conceito probabilidade. O risco constitui a probabilidade de algo acontecer não se sabendo exactamente como, quando, onde (qual a extensão da área afectada), quais as consequências. O Risco constitui a probabilidade de, a partir de um determinado estado da realidade, ocorrerem em efeitos adversos como resultado de acontecimentos ou actividades humanas (Luhmann, 1993). Note-se a dualidade dimensional do conceito de Risco entre a realidade e a possibilidade. Neste sentido a análise do Risco é elaborada com base em cenários elaborados a partir de uma dada realidade. Pode-se apontar a hipótese de um bairro residencial implantado no leito de cheia de um rio, a realidade é que nunca aconteceu nada, no entanto, existe a possibilidade de suceder uma cheia. Sendo que quanto maior for o conhecimento e prevenção das possíveis consequências, menores serão os danos.

Esta estreita ligação entre os conceitos de Risco e possibilidade constitui um problema em termos de **gestão do risco**, na medida em que o conceito **probabilidade** envolve o elemento **incerteza**. Trata-se de algo que tanto pode suceder como não, o que pode levar a que os agentes decisores releguem a prevenção dos riscos para segundo plano. Aliás, o **Plano Nacional de Planeamento e Ordenamento do Território (PNPOT, 2007)** aponta como *um dos grandes problemas do ordenamento do território em Portugal a insuficiente consideração dos riscos nas acções de ocupação e transformação do território*.

A **Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável (ENDS) 2005-2015**, que se encontra enquadrada numa iniciativa levada a cabo pela ONU a nível global, elege como uma das suas prioridades estratégicas a Gestão dos Riscos Naturais e Tecnológicos.

Na análise do **Esquema de Desenvolvimento do Espaço Comunitário (EDEC)**, aprovado em 1999, encontra-se entre as principais orientações a necessidade de utilização de métodos efectivos de redução da expansão urbana descontrolada e da pressão populacional excessiva sobre determinadas áreas e a protecção do solo, enquanto suporte de vida através da redução da sua erosão, destruição e sobreutilização.

Até mesmo a **Lei de Bases da Política de Ordenamento do Território e de Urbanismo** (Lei n.º 48/98) assume como fins, entre outros, “o aproveitamento racional dos recursos naturais, a preservação do equilíbrio ambiental” e “acautelar a protecção civil da população prevenindo os efeitos decorrentes de catástrofes naturais ou da acção humana”.

Trata-se de um conjunto de documentos que demonstram a necessidade de integração do risco no processo de planeamento do território.

Quando não é feita uma boa gestão do risco as consequências fazem-se sentir a nível social, económico e podem até mesmo implicar perda de vidas humanas. Na figura observam-se exemplos das consequências de acontecimentos danosos. Pelos seus reflexos económicos, pelos impactos psicológicos e sociais que produzem na vida das populações ou, mesmo, pela multiplicidade de questões económicas, sociais e políticas que a sua gestão envolve, os chamados “riscos naturais” são, hoje, um tema incontornável nos estudos sobre a cidade e sobre a qualidade de vida urbana (Cunha e Dimuccio, 2002).



Fig. 4: Exemplos das consequências de uma má Gestão do Risco

Fonte: <http://www1.ci.uc.pt/geomorf>

Capítulo II. Estrutura e abordagem metodológica

Objectivos principais e metodologia

Estrutura do Trabalho

II.1 Objectivos principais e metodologia:

O presente trabalho tem como objectivos principais avaliar como e para onde a cidade de Coimbra se está a expandir, tendo em conta a relação existente entre a expansão urbana e os riscos naturais. Decorrente dessa análise, será seleccionada uma área em visível expansão e que ao mesmo tempo possa ser uma área de risco. Considera-se como importante que o caso de estudo seja uma área dinâmica, note-se que as **áreas em expansão** são espaços em constante transformação e onde ainda é possível evitar situações de risco. Nas **áreas consolidadas** a intervenção é mais complexa, na medida em que as pessoas já se encontram lá instaladas. Para além disso, constituem objectivos do presente trabalho ensaiar metodologias de avaliação do risco, contribuir para a construção de metodologias de cartografia e de modelos preditivos de perigosidade, vulnerabilidade e risco, avaliar a importância do risco nos diversos instrumentos de ordenamento do território e, deste modo, contribuir para a integração dos riscos naturais no processo de ordenamento do território.

Considera-se que quanto melhor definidas e sólidas forem as metodologias de análise e gestão do risco, mais eficaz será a sua integração no processo do planeamento do território.

Não é possível evitar que a cidade se expanda e, que desta forma, exerça pressão sobre as suas áreas periféricas. No entanto, é importante evitar que este processo suceda de forma descontrolada, o *crescimento incontrolado é inevitavelmente destrutivo* (Pardal, 1998).

Em termos metodológicos, na avaliação do risco, é importante assinalar aspectos qualitativos e quantitativos.

Pela análise da tabela 3 verifica-se que a melhor estratégia será aliar as duas metodologias. A dimensão quantitativa é importante, na medida em que pode contribuir para um trabalho mais objectivo, para balizar determinados aspectos e diminuir a margem de erro. No entanto, a dimensão qualitativa também assume relevo uma vez que é importante manter um sentido crítico em relação aos resultados quantitativos dos modelos aplicados.

Tabela 3: Metodologias de avaliação do Risco

Fonte: Australian Government – Department of Health and Ageing Office of the Gene Technology Regulator, 2005

Metodologias de avaliação

	Qualitativa	Quantitativa
Forças	Pode ser aplicada quando existem dados insuficientes	Elevada objectividade
	Falta de teoria	Independente de influências externas
	Propriedades do Risco que não podem ser analisadas matematicamente	Compatível com análises estatísticas
	Elevada complexidade	Permite comparações imediatas
	Recursos insuficientes	Permite incorporação formal de alguns tipos de incerteza
	Integra uma vasta rede de técnicas analíticas	
	Permite aos agentes fazerem julgamentos que apoiam a tomada de decisão	
	Útil quando se verifica uma falta de experiência em observar efeitos adversos	
Mais acessível a todo o tipo de público		
Fraquezas	Passível de análises ambíguas	O uso dos números pode levar ao excesso de confiança
	As estimativas estão mais sujeitas a variações entre agentes	Pode reforçar o sentido de alienação entre o Regulador e outros agentes
	Mais propenso a invenções e vícios por parte dos agentes envolvidos	A exactidão é ilusória se os factores são sérios, mas com provas diminutas ou indirectas
	Maior dificuldade de incorporar a componente da incerteza	Incapacidade de aplicação a situações complexas sem muitas assumções simplistas
	Dificuldade de uso quando os dados são insuficientes ou pobres	

Em cada fase do trabalho ter-se-á o cuidado de expor a metodologia utilizada. No presente contexto podem-se apontar, de modo sistemático, alguns pontos orientadores:

- Sobreposição e análise da cartografia existente a fim de analisar para onde e como o centro urbano de Coimbra se está a expandir, com particular relevo para o período de 1985-2005;
- Selecção de uma área em visível expansão urbana, com condicionantes físicas não indicadas para o desenvolvimento urbano, para usar como caso de estudo;
- Decorrente da análise do caso de estudo, será identificada a perigosidade a estudar
- Elaboração de modelos preditivos de perigosidade, vulnerabilidade e risco:
 - Análises estatísticas/probabilísticas ponderadas dos factores importantes na avaliação da perigosidade seleccionada, tendo em conta o papel desempenhado por cada um dos factores no território no presente e passado;
- Com base nos modelos preditivos de perigosidade, vulnerabilidade e risco serão identificadas as áreas críticas, para as quais se pretende apontar medidas de gestão de risco, com base em cenários.
- Elaboração de propostas que contribuam para uma melhor gestão do risco e para uma integração fácil e eficaz desta componente nos diversos instrumentos do Ordenamento do Território.

II.2 Estrutura do Trabalho

Resultante do anteriormente exposto, considera-se como pertinente organizar o presente trabalho em três partes:

Parte I: Análise da expansão urbana no centro urbano de Coimbra

- Análise do sentido da expansão urbana em Coimbra no período 1985-2005
- Análise da dinâmica da expansão urbana com particular relevo para os riscos naturais
- Selecção de uma área em visível expansão urbana que possa constituir espaço de risco para a população

Parte II: Modelos de avaliação do Risco do caso de estudo

- Avaliação do Risco no caso de estudo previamente seleccionada. Decorrente da bibliografia consultada, a avaliação terá por base a fórmula:

Risco = perigosidade * vulnerabilidade

Entende-se **perigosidade** como a complexa rede de condicionantes físicas de um determinado espaço que interagem com a realidade cultural, política e económica da sociedade; o conceito de **vulnerabilidade** será entendido como as características dos indivíduos e dos elementos expostos que permitem enfrentar, resistir e recuperar do impacto de uma catástrofe. Neste sentido, o presente trabalho centrar-se-á no que Wisner (2006) denomina de vulnerabilidade emergente e Lavell (2004) denomina de vulnerabilidade excepcional, ou seja, vulnerabilidade associada a eventos extremos. Pretende-se abordar os factores que são importantes na altura e no momento posterior da catástrofe.

Parte III: Gestão do Risco

- Pretende-se que a terceira parte do presente trabalho se centre nas áreas críticas identificadas na análise a elaborar na parte anterior. Para além disso, pretende-se que o presente trabalho constitua um contributo para uma boa Gestão do Risco do território, tendo em conta as estratégias de planeamento vigentes.

Capítulo III. Caracterização da cidade de Coimbra

Localização geográfica

Densidade populacional

Coimbra: uma cidade dispersa?

O Município de Coimbra localiza-se na NUT II Centro e na NUT III Baixo Mondego. Com uma dimensão de 319,4Km² e 148 443¹⁰ residentes, possui uma densidade populacional na ordem dos 465 hab /km².

A cidade de Coimbra, com 50,78 Km² e 97996¹¹ indivíduos residentes, abrange as freguesias de Almedina, Eiras, Santa Clara, Santa Cruz, Santo António dos Olivais, São Bartolomeu, São Martinho do Bispo, Sé Nova, Torres do Mondego. Sendo de notar que apenas Almedina, Sé Nova e São Bartolomeu é que se encontram integradas no centro urbano na sua totalidade.

Considera-se que a presente análise deve ter em atenção as especificidades do centro urbano. Por conseguinte, ao longo do trabalho o centro urbano será analisado tendo em conta estes três espaços: a Margem Direita, a Margem Esquerda e a Zona Norte, à semelhança da metodologia que tem vindo a ser desenvolvida pela Câmara Municipal de Coimbra (doravante CMC) nos vários instrumentos de planeamento. Trata-se de uma divisão territorial em que as condicionantes físicas desempenham um papel muito importante, o Rio Mondego no caso da Margem Esquerda e o Vale de Coselhas constitui uma separação entre a Zona Norte e a Margem Direita. Tal não significa que o centro urbano deixe de ser visto como um sistema territorial. Pode-se dizer que o centro urbano de Coimbra é um sistema territorial composto por três sub sistemas.

¹⁰ Fonte: Censos 2001

¹¹ Fonte: Censos 2001

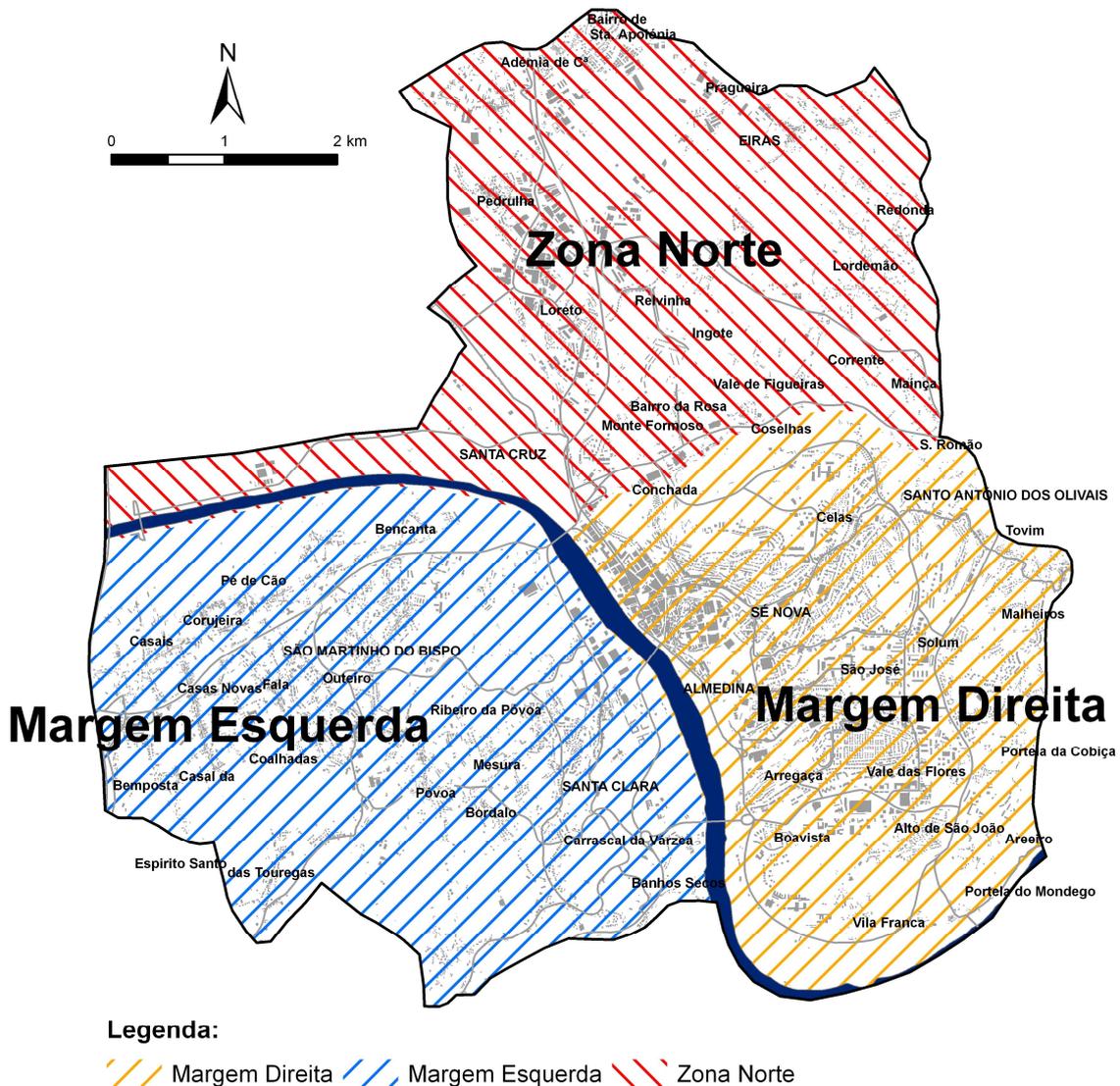


Fig. 6: Divisão territorial entre a Zona Norte, Margem Direita e Margem Esquerda

III.2 Densidade populacional

No presente contexto a densidade populacional assume-se como um dos parâmetros fundamentais. É importante ter conhecimento onde e quantas pessoas residem na área em análise e identificar as áreas de maior concentração populacional.

No presente trabalho foram adoptados, para efeitos de avaliação da densidade populacional, os critérios¹² definidos por Costa Lobo (1999), que considera:

¹² Os critérios adoptados por Costa Lobo foram convertidos de hectares para quilómetros quadrados

- **Área urbana de alta densidade** - >1600 hab/km²
- **Área urbana de média densidade** – 1600 - 400 hab/km²
- **Área urbana de baixa densidade** – 400 - 100 hab/km²
- **Área para-urbana** – 100 - 25 hab/km²
- **Área rural de elevada densidade:** 25-6,4/km²

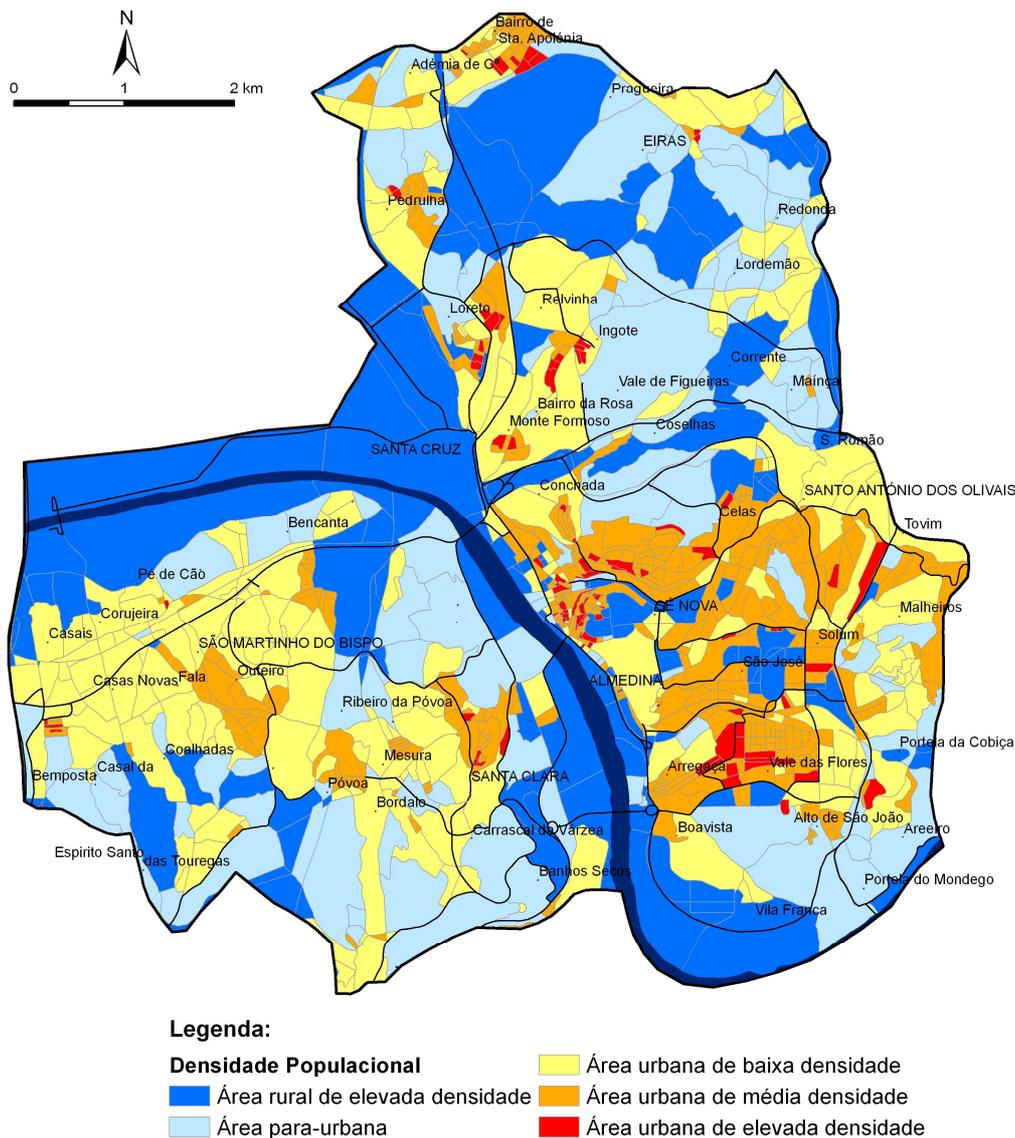


Fig. 7: Densidade populacional do centro urbano de Coimbra por subsecção estatística (Fonte: Censos 2001- INE)

A observação da figura revela um tecido fragmentado em termos de densidade populacional. As áreas urbanas mais densas não formam um todo contíguo. Pode-se apontar, como exemplo, a Margem Esquerda onde domina uma área para - urbana, com alguns pontos classificados como áreas urbanas de média densidade.

No cômputo geral, a Margem Direita apresenta-se como uma área urbana de média densidade, com excepção de alguns espaços, como a Baixa. Apesar de tudo, é possível identificar na Margem Direita uma área urbana com um nível de densidade de nível médio a alto.

Na análise da densidade populacional é necessário ter em atenção espaços como o Estádio que, embora, não sejam habitados, não deixam de constituir espaços urbanos. Constitui um exemplo demonstra que a densidade populacional deverá ser complementada com outros indicadores, assim como um conhecimento da área em estudo.

Desde o Plano De Groër, da década de 1940, que a Zona Norte se apresenta como um espaço de cariz industrial, em comparação com a Margem Direita e a Margem Esquerda. Legada para a função industrial, a Zona Norte apresenta-se como um local pouco atractivo para residir, na medida em que a paisagem é caracterizada pelas indústrias e armazéns com um forte impacto visual. Constituem factores que contribuem para que a Zona Norte possua uma densidade populacional relativamente baixa.

No conjunto geral, o centro urbano de Coimbra apresenta-se como um espaço com uma baixa densidade populacional, com um valor na ordem dos 1930 hab/km². Aliás, apenas 1,4% da área urbana é classificada como de alta densidade.

Na tabela 4 verifica-se que a Margem Direita, apesar de possuir a área mais reduzida, é onde reside a maior percentagem de população municipal. A densidade populacional da **Margem Direita** é, aproximadamente, o **dobro** da densidade populacional da **Margem Esquerda** e, aproximadamente, o **triplo** da **Zona Norte**. É de assinalar que **35%** da população do Município de Coimbra reside na Margem Direita, a qual representa apenas **5%** do território municipal.

Tabela 4: Caracterização populacional da cidade de Coimbra, tendo em conta a sua relação com o Município

Área geográfica	Área (km ²)	População residente	Densidade populacional (hab/km ²)	Área <u>Municipal</u> (%)	População residente <u>do Município</u> (%)
Município de Coimbra	319,4	148443	464	100	100
Perímetro Urbano (PU)	50,78	97996	1930	15,9	66
Margem Esquerda	17,81	25422	1427	5,6	17,1
Margem Direita	15,62	52056	3333	4,9	35,1
Zona Norte	17,35	20518	1183	5,4	13,8

Trata-se de um dado que constitui uma interessante hipótese de trabalho na medida em que tanto pode ser considerado como uma excessiva polarização da Margem Direita em relação às restantes áreas, como também pode ser visto como uma densidade característica da cidade. No entanto, segundo o limite definido no Plano de Urbanização, o centro urbano não é apenas constituído pela Margem Direita, mas também pela Margem Esquerda e pela Zona Norte.

Constituem aspectos que suportam a delimitação da cidade em três zonas, com funcionalidades e características diferentes, sem um princípio aparente de coerência.

Jorge Carvalho (2003) divide a cidade de Coimbra da seguinte forma:

- **Cidade contínua** que se expande a partir do Centro Histórico para Sul (Vale das Flores e Pólo II da Universidade de Coimbra e para nascente (Solum /Quinta da Maia...)
- **Ocupação dispersa** que se alastra e densifica, articulando-se com pré - existências principalmente para poente e norte



Fig. 8: Exemplo do contraste entre a cidade compacta (Margem Direita) e a cidade difusa (Zona Norte)

Note-se que a cidade contínua, embora forme uma unidade em termos de espaço construído, é constituída por muitas partes, traçados e características morfotipológicas muito diversas. No que concerne à ocupação dispersa, esta encontra-se mais ou menos articulada com os vários eixos que afluem à cidade antiga.

À cidade de antanho, situada num morro de forma circular e cercada de uma muralha sucede actualmente um extenso casario que se espraia pelas colinas e vales circundantes, diluindo fronteiras, dantes nítidas entre a cidade e o campo (Gama, 1994). Como já foi referido anteriormente, a dispersão do tecido urbano pode contribuir para o aumento de situações de risco. Verifica-se que autores como Jorge Carvalho (2003) e António Gama (1994) referem a existência de ocupações dispersas na cidade de Coimbra. Nestes sentido, surge como importante procurar avaliar em que medida a cidade de Coimbra é dispersa e definir as zonas de maior dispersão.

III.3 Coimbra: uma cidade dispersa?

São vários os factores que contribuem para classificar a cidade de Coimbra como uma cidade dispersa. Aliás, os estudos de caracterização elaborados no âmbito da revisão do PDM pela CMC (2006) reconhecem no centro urbano uma tendência para a “dispersão” no território.

O nível de dispersão de uma cidade tem implicações a vários níveis. No que concerne à gestão do risco, pode-se afirmar que uma área urbana dispersa será menos vulnerável que uma área urbana compacta, uma vez que apresentará uma menor densidade populacional, logo, em caso de catástrofe afectará menos pessoas. No entanto, a dispersão do tecido urbano poderá exigir um maior esforço financeiro em termos de prevenção e combate, serão necessários mais recursos físicos e humanos. Pode-se apontar, como exemplo, que no caso da prevenção do incêndio florestal quanto mais elevado for o nível de dispersão do povoamento, maior o número necessário de faixas de protecção, maior o número de bocas de incêndio que é necessário instalar. Para além disso, como já foi referido, a urbanização dispersa pode contribuir para uma dispersão e aumento de agressões ao ambiente.

Como **consequências gerais da dispersão urbana** que podem ser apontadas o aumento da dependência em relação ao automóvel, aumento dos movimentos diários pendulares, maior consumo de recursos naturais (solo, combustíveis fósseis...), aumento da poluição atmosférica, a monofuncionalidade dos espaços, o “esvaziamento” populacional dos bairros antigos da cidade e consequente sub – aproveitamento de enormes investimentos em infra-estrutura e em equipamentos.

Apesar de tudo, não se pode afirmar que a dispersão urbana do território tenha apenas desvantagens, existem **vantagens** como a diminuição do preço do solo, menores níveis de criminalidade em comparação com o centro urbano, maior qualidade de vida uma vez que os subúrbios permite viver numa moradia com jardim e pomar.

No entanto, crê-se que numa perspectiva geográfica os factores negativos assumem maior peso que os positivos.

No sentido de melhor conseguir responder de onde e de que forma a cidade de Coimbra pode ser classificada como dispersa, considera-se como pertinente uma breve análise da forma como o conceito de dispersão urbana tem sido definido e avaliado pelos diversos autores.

A expressão dispersão urbana surge nos Estados Unidos na década de 60 do século XX com um significado pejorativo para expressar o crescimento desordenado das aglomerações urbanas norte-americanas.

A Agência Ambiental Europeia (2006) define urbano disperso como um padrão físico de baixa densidade, dependente das condições de mercado. Segundo este organismo europeu a urbanização difusa é o resultado de uma falta de planeamento do território, de um crescimento urbano descontrolado. Neste sentido, a difusão do espaço urbano poderá contribuir para acentuar os efeitos negativos da expansão urbana, na medida em que assumindo-se como sinónimo de uma urbanização aleatória isso significa a ocupação de áreas com elevada perigosidade.

A Comissão Europeia tem procurado analisar a fragmentação das paisagens urbanas no âmbito do Projecto **MOLAND**¹³. Trata-se de um projecto que tem como objectivo principal a criação de instrumentos de planeamento espacial que possam ser usados na avaliação, acompanhamento e modelação do desenvolvimento urbano e regional a nível

¹³ Monitoring Land Use/ Cover Dynamics

Europeu. As áreas de estudo seleccionadas em Portugal foram o Porto, Setúbal e o Algarve.

Downs (2000) analisou a difusão do espaço urbano em termos da diversidade de usos urbanos, as causas que estão na origem de determinados padrões urbanos e as suas consequências. Para medir a difusão do espaço urbano, Downs usou os seguintes parâmetros:

- Área Urbanizada
- Densidade populacional das áreas urbanas localizadas fora da cidade central ou cidades
- Rácio entre a densidade populacional da cidade central e a densidade populacional das franjas urbanas
- Percentagem de população a viver fora das áreas urbanizadas, na relação com a totalidade da Área Metropolitana
- Percentagem de população a viver na cidade central, na relação com a totalidade da Área Metropolitana
- Percentagem de residentes nas áreas urbanas que se desloca para o trabalho de carro sozinho ou em grupo
- Rácio entre os residentes com fracos recursos económicos a viver na cidade central e os residentes com fracos recursos económicos a viver nos subúrbios

Trata-se, obviamente, de uma metodologia desenvolvida num contexto metropolitano, diferente do contexto em análise, no entanto, considera-se pertinente a sua enunciação na medida em que constitui um contributo para uma melhor análise do caso em estudo.

Kahn (2001) com base nos dados do Recenseamento da Habitação dos EUA¹⁴ tentou medir o consumo de solo residencial tendo em conta o facto dos residentes serem brancos ou pretos. A difusão do espaço urbano era medida pela proporção de empregos existentes num anel de 10 milhas¹⁵ em torno do CBD¹⁶, no caso de todos os postos de trabalho estarem localizados na área referida o nível de dispersão será igual a zero

¹⁴ Estados Unidos da América

¹⁵ 1 milha equivale a, aproximadamente, 1,6km

¹⁶ Central Business District

Ewing (2002) define difusão do espaço urbano como uma expansão de áreas caracteristicamente com uma baixa densidade, onde as áreas residenciais, comerciais e de escritórios se encontram rigidamente segregadas, evidenciando-se uma falta de centros de actividade visivelmente prósperos e uma escolha limitada no que concerne à rede viária. Para além disso, Ewing também defende que a dispersão do espaço urbano dá origem a uma crescente frustração com congestionamentos e a um desejo de ter ao menos algumas actividades sem a necessidade de enfrentar percursos de carro que chegam a exceder os 60 minutos.

Ewing (2004) avalia a difusão do espaço urbano com base em quatro parâmetros:

- Densidade Residencial
- Vizinhaça entre habitações, empregos e serviços
- Vitalidade dos centros, em termos, por exemplo, financeiros
- Nível de acessibilidade por rede viária a determinado aglomerado

Galster et al (2005) consideram que a difusão do espaço urbano pode ser caracterizada através de oito parâmetros: densidade, continuidade, concentração, agrupamento de funções semelhantes, centralidade, nuclearidade, mistura de usos de solo e proximidade. Neste sentido, um espaço urbano será classificado como difuso quanto mais baixos forem os resultados obtidos.

Nos autores consultados, a análise assenta, na maior parte dos casos, numa comparação entre diversos centros urbanos, mais do que entre os aglomerados de determinado centro urbano.

No presente caso será analisado o centro urbano de Coimbra com base na divisão territorial previamente estabelecida: Margem Esquerda, Margem Direita e Zona Norte. Uma vez identificados os vários indicadores de avaliação de dispersão urbana, a próxima fase é a aplicação de alguns dos princípios enunciados ao caso do centro urbano de Coimbra.

Um dos indicadores de dispersão urbana mais referidos entre os autores consultados é a **densidade populacional**.

Na análise da densidade populacional evidenciaram-se os seguintes pontos: a fraca expressividade espacial das áreas urbanas com alta densidade populacional; a afirmação da **Margem Direita** como uma área de média densidade. Embora a Margem Direita seja, entre as três áreas em análise, a área com maior densidade populacional, apresenta vários espaços intersticiais de baixa densidade, como se pode observar na figura 3.

Na **Margem Esquerda** apenas Fala, Póvoa, Ribeira da Póvoa se salientam como áreas isoladas de média densidade populacional. As restantes encontram-se na categoria de áreas de baixa densidade populacional, áreas para-urbanas e áreas rurais de elevada densidade.

Na **Zona Norte** são praticamente inexistentes os espaços classificados como áreas urbanas de elevada densidade, as áreas urbanas com média densidade assumem uma maior expressividade espacial, ainda que não muito relevante. Em termos de densidade populacional, o que predomina são áreas urbanas de baixa densidade populacional.

No entanto, a análise por subsecção estatística, embora seja a mais pequena unidade geográfica considerada pelo INE, revela uma avaliação genérica. O resultado final é uma mancha colorida que pode ocultar realidades bem distintas.

Por conseguinte, a fase seguinte do trabalho será analisar a **percentagem de edificado por hectare**, a unidade geográfica deixa de ser a subsecção estatística para passar a ser um quadrado com a dimensão de um hectare.

A avaliação da percentagem de edificado por hectare aponta para a existência de uma cidade compacta na Alta da cidade que se prolonga, com menor expressividade por Celas, Solum, Vale das Flores, Bairro Norton de Matos. Numa primeira abordagem, o caso da Baixa de Coimbra constitui um exemplo interessante, na medida em que apresenta uma baixa densidade populacional e uma elevada percentagem de edifícios por hectare. Trata-se de um espaço dominado pelo sector terciário. Para além disso, tem-se vindo a observar nesta zona um progressivo despovoamento.

Na Pedrulha observa-se uma elevada percentagem de edificado por hectare, no entanto, constitui um núcleo onde a paisagem é dominada por armazéns. Na Margem Esquerda evidenciam-se algumas áreas com alguma relevância em termos de percentagem de edificado por hectare, numa ocupação organizada ao longo dos principais troços da rede viária.

Na comparação entre a densidade populacional e a percentagem de edificado por hectare considera-se que este último indicador constitui uma melhor abordagem na avaliação da difusão do espaço urbano, uma vez que fornece uma análise de maior pormenor, mais precisa. Pode-se apontar, como exemplo, a Relvinha, uma zona que na avaliação da densidade populacional assume alguma expressividade espacial, contudo, na análise da percentagem do edificado por hectare constata-se que os edifícios se encontram concentrados numa pequena parte da subsecção estatística.

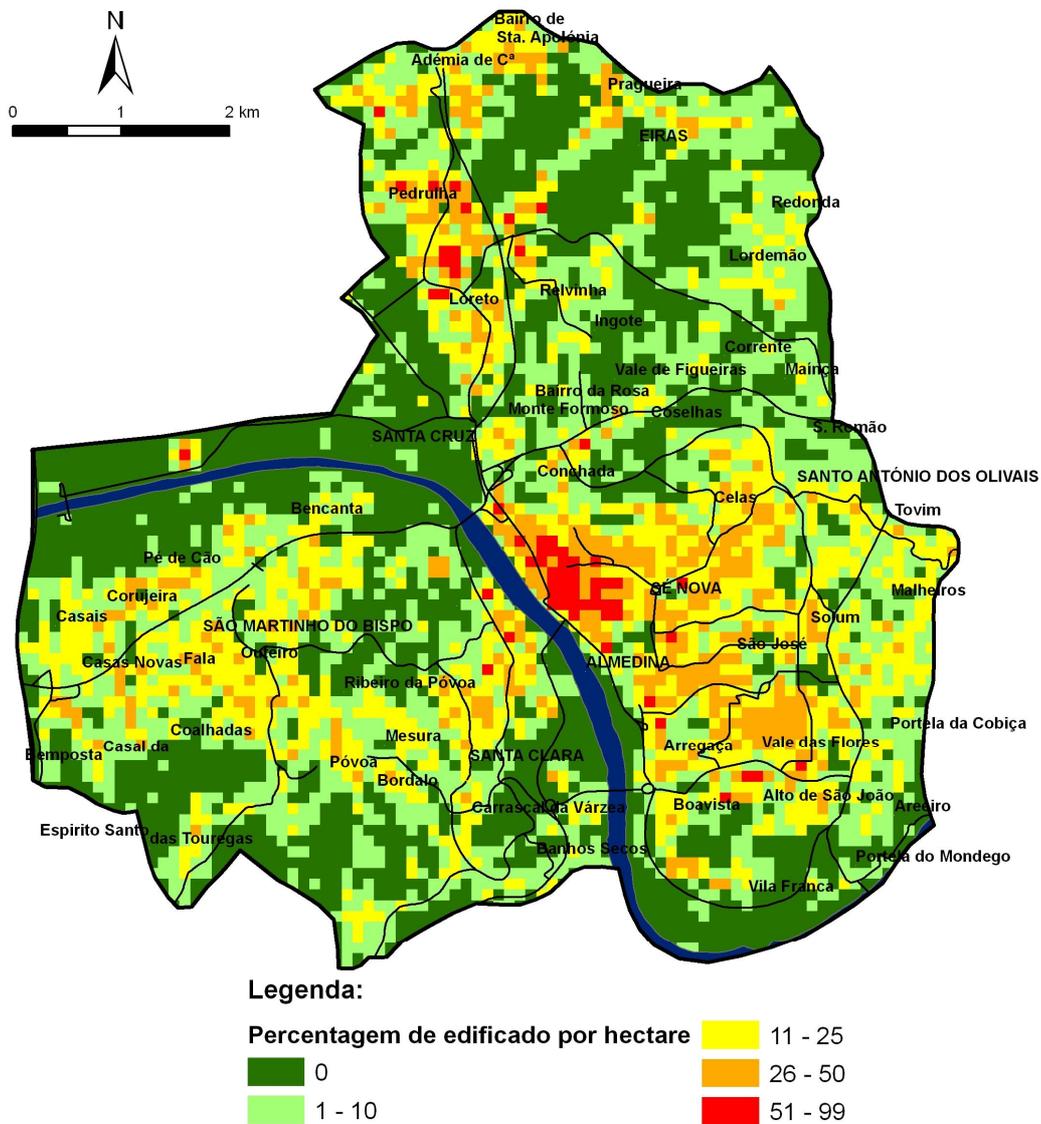


Fig. 9: Percentagem de edificado por ha

É importante assinalar que na avaliação do nível de dispersão do espaço urbano tanto segundo a densidade populacional com base na subsecção estatística, como também segundo a percentagem de edificado por hectare, a Margem Direita se apresenta como a área mais compacta, embora a zona mais a Este se apresente como uma zona pouco urbanizada.

Um outro indicador correntemente usado na avaliação do grau de dispersão do tecido urbano, baseia-se na equação espaço não urbanizado/espaço urbanizado. No presente caso, verifica-se que 48% da área do centro urbano de Coimbra se encontra urbanizada.

Tabela 5: Espaço não urbanizado/ espaço urbanizado

Área geográfica	Área (ha)	Espaço não urbanizado	Espaço urbanizado	% de espaço urbanizado
PU	5078	2661	2417	47,6
Margem Esquerda	1781	956	825	46,3
Margem Direita	1562	634	928	59,4
Zona Norte	1735	1071	664	38,3

A Zona Norte apresenta-se como a área com a menor percentagem de espaço urbanizado, esta representa apenas 38% da sua área total, um valor baixo quando comparado com os 59% de espaço urbanizado da Margem Direita.

Note-se que também no caso da avaliação do grau de dispersão do tecido urbano através da equação espaço não urbanizado/espaço urbanizado, a Margem Direita se assume como a área mais compacta.

Para além destes indicadores, **Ricardo Ojima (2007)** explora um outro conjunto de dimensões com o objectivo de construir um Indicador de Dispersão Urbana aplicado à realidade brasileira. Na aplicação da metodologia adoptada pelo autor uma das primeiras fases é a definição de unidades de povoamento. O autor propõe que a unidade geográfica base seja construída a partir da agregação do conjunto de sectores censitários de cada uma das aglomerações urbanas.

Contudo, aplicar o mesmo procedimento ao caso de Coimbra revelou-se desadequado, na medida em que, mesmo utilizando a subsecção, existem casos nos quais os edifícios se concentram somente nas áreas limítrofes, como é possível verificar pelo exemplo



Fig. 10: Distribuição dos edifícios nas subsecções estatísticas

demonstrado na figura 10. Por conseguinte, tornou-se necessário encontrar uma outra metodologia para a definição das unidades de povoamento.

Na presente fase do trabalho tem-se conhecimento da área de implantação de cada edifício localizado na cidade de Coimbra. No entanto, o espaço construído não corresponde apenas à implantação dos edifícios, existem outros elementos que é importante considerar, como as vias, os estacionamento, os passeios, assim como logradouros e as distâncias entre os edifícios e as vias de comunicação. Neste sentido, para além da implantação dos edifícios, é importante saber qual a área ocupada por elementos como as vias, no sentido de delimitar a área construída e, com base nisso, avaliar o nível de dispersão do centro urbano de Coimbra. No anexo intitulado *Qual a melhor forma de definição de áreas urbanas homogéneas?* é exposta a metodologia de

cálculo da largura média das vias, da área média ocupada pelo estacionamento, assim como da área média ocupada pelos passeios. Decorrente dessa análise, cuja metodologia se encontra pormenorizada no referido anexo, conclui-se que a distância média entre dois edifícios com uma via de trânsito de permeio é de 29,9m.

Neste sentido, a cada edifício foi aplicada uma área com um raio de 29,9m. Na figura 11 é exposto o resultado desse exercício, elaborado com o objectivo de definir os aglomerados urbanos, que constituirão, na avaliação do nível de dispersão do centro urbano de Coimbra, as unidades geográficas de base.

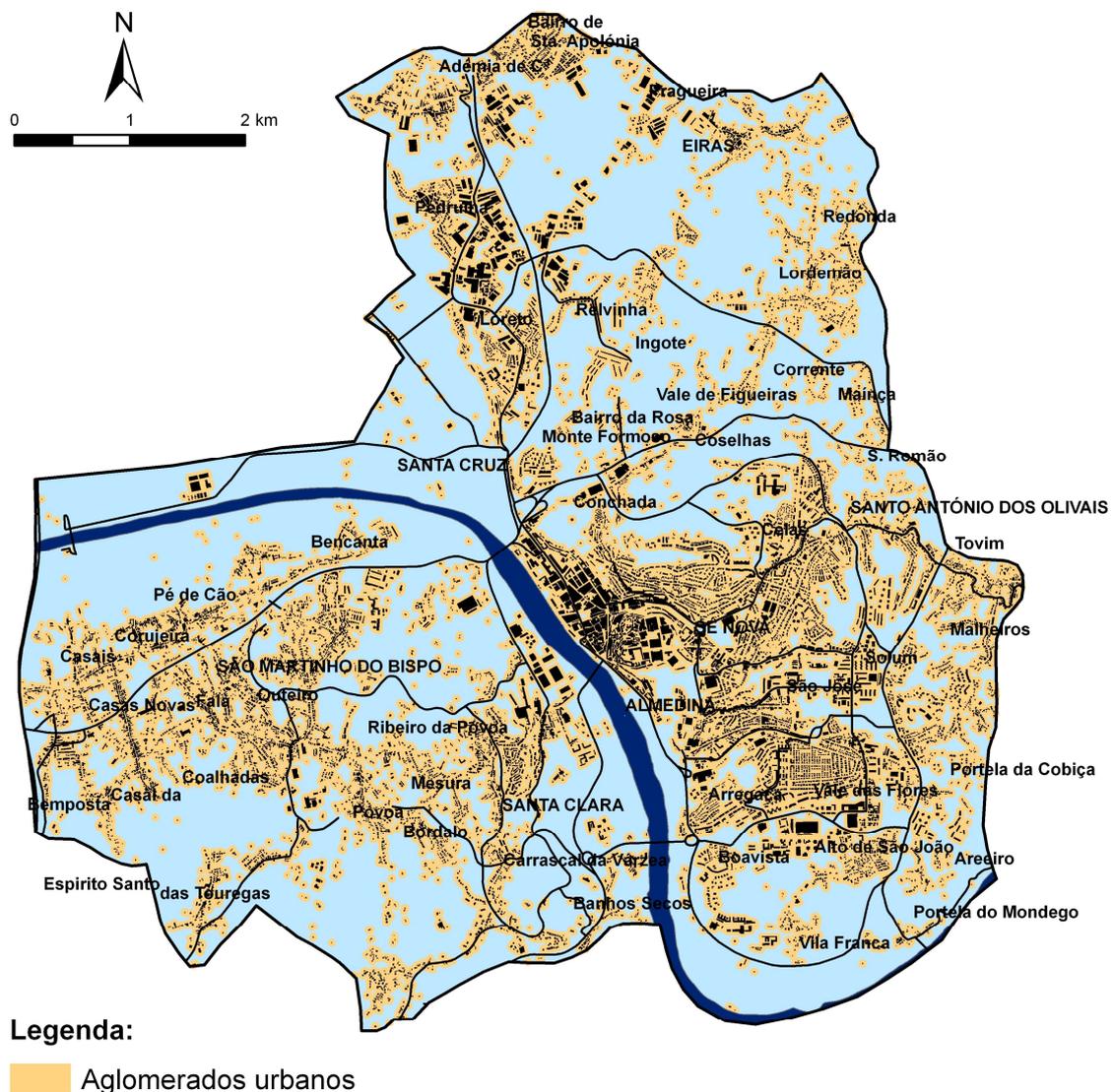


Fig. 11: Os aglomerados urbanos do centro urbano de Coimbra

No presente contexto, a avaliação da dispersão do centro urbano de Coimbra assenta muito na perspectiva do espaço construído, correndo o risco de ser classificada como

demasiado mecanista, uma vez que descarta aspectos relevantes como a importância dos espaços verdes públicos. No entanto, no exame dos indicadores usados por autores como Downs (2000), Galster (2005) e Ojima (2007), verifica-se que variáveis como os espaços verdes públicos não são incluídos na equação de avaliação do grau de dispersão. Para além disso, um dos principais objectivos do presente trabalho passa pela análise da dicotomia existente entre a expansão urbana e os riscos naturais. Daí que o enfoque seja colocado em aspectos como na delimitação das áreas de maior concentração de pessoas, no espaço construído, nas áreas onde os espaços agrícola e florestal vão sendo transformados pelo ser humano.

Uma vez definidas as unidades geográficas de base e esclarecidos alguns aspectos metodológicos, passa-se para a fase de aplicação da metodologia elaborada por Ojima (2007), constituindo um dos primeiros passos o cálculo do Indicador de Vizinhança que procura avaliar a proximidade existente entre os aglomerados, é um parâmetro que constitui um contributo na avaliação da **fragmentação dos espaços urbanos**. Quanto maior for a distância existente entre os aglomerados, mais elevado será o indicador de vizinhança e, por conseguinte, mais elevado será o nível de dispersão.

Quanto maior for o indicador de vizinhança maior é a possibilidade de se estar na presença do que é denominado de *leapfrog development*, ou urbanização em saltos, que se caracteriza pela fragmentação dos espaços urbanos e está associado à separação física dos núcleos de desenvolvimento urbano. Este género de urbanização do território significa uma desconexão dos espaços do quotidiano e, conseqüentemente, um aumento da monofuncionalidade dos espaços, das deslocações pendulares.

Tabela 6: Indicador de Vizinhança (distância média entre os aglomerados)

Indicador de Vizinhança - Distância média entre os aglomerados (m)		
Margem Esquerda	Margem Direita	Zona Norte
62	58	80

Na observação da tabela 6, a Zona Norte evidencia-se com o valor mais elevado, para além disso é de assinalar a diferença entre Margem Direita e a Zona Norte.

Numa breve observação do zonamento residencial do PDM94 é possível verificar que contribui para a existência de diferença de valores entre a Margem Direita e a Zona Norte.

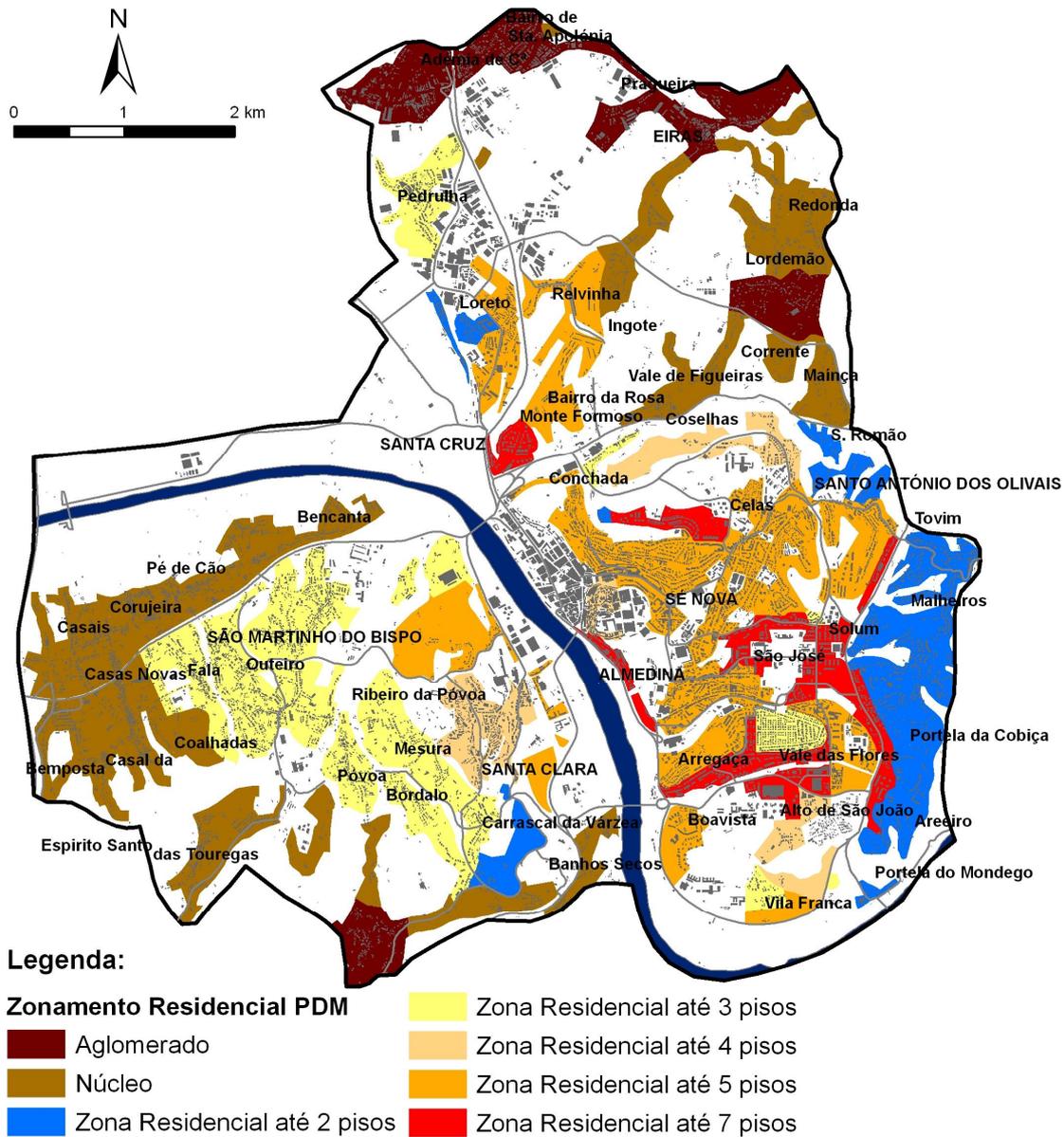


Fig. 12: Zonamento Residencial - PDM 94 (Fonte: CMC)

Uma vez analisada a distância entre as unidades de povoamento, coloca-se a questão de **até que ponto a estrutura urbana se apoia na rede viária**. Por conseguinte, na avaliação do grau de dispersão do centro urbano de Coimbra é considerado importante não só o indicador de vizinhança, mas também o **indicador de linearidade** entendido como a distância do centróide de cada unidade urbana à rede viária, sendo que quanto

menor a distância entre o centróide de cada aglomerado e a rede viária **maior** o indicador de linearidade. Uma aglomeração urbana que se desenvolve a partir de círculos concêntricos tem, potencialmente, maior capacidade de otimizar as suas infra-estruturas de serviços em comparação com aquela que acompanha o traçado de uma rodovia e, por isso, tende a expandir-se em apenas um sentido (Ojima, 2007).

Tabela 7: Nível de dependência dos aglomerados urbanos em relação à rede viária

Margem Esquerda	Indicador de Linearidade	37
	Densidade de rede viária (m/ha)	95
	Área média do aglomerado (m ²)	6
	Nível de dependência em relação à rede viária	89
Margem Direita	Indicador de Linearidade	30
	Densidade de rede viária (m/ha)	133
	Área média do aglomerado (m ²)	14,9
	Nível de dependência em relação à rede viária	138
Zona Norte	Indicador de Linearidade	32
	Densidade de rede viária (m/ha)	89
	Área média do aglomerado (m ²)	5
	Nível de dependência em relação à rede viária	83

Embora, nesta fase se procure fazer uma análise tratando os indicadores de forma separada, verifica-se tal não ser possível no caso do Indicador de Linearidade. Considera-se necessário complementar a análise do Indicador de Linearidade com a densidade da rede viária e a área média do aglomerado. Por conseguinte, o nível de dependência em relação à rede viária será medido com base numa soma entre o Indicador de Linearidade, a densidade da rede viária e a área média do aglomerado.

No presente contexto, partiu-se do pressuposto que quanto maior for a área média do aglomerado e a densidade de rede viária, menor será o nível de dependência em relação à rede viária, assim como quanto menor o Indicador de Linearidade, maior o nível de

dependência em relação à rede viária, conseqüentemente este último foi inserido na equação como um factor negativo.

Decorrente dos pressupostos adoptados, assume-se que quanto mais elevado for o resultado da equação, menor será o nível de dependência em relação à rede viária. A **Margem Direita** apresenta um baixo valor, em termos de indicador de linearidade, no entanto, isso não é sinónimo de uma grande dependência em relação à rede viária, uma vez que também apresenta uma elevada densidade da rede viária assim como uma elevada área média do aglomerado. Por outro lado, observa-se a **Zona Norte** com um Indicador de Linearidade mais elevado que a Margem Direita e uma área média de cada unidade de povoamento três vezes mais baixa.

A Margem Esquerda e a Zona Norte apresentam valores semelhantes. No entanto, os valores relativos à Zona Norte indicam uma maior dependência da rede viária que o caso da Margem Esquerda. Deste conjunto de variáveis, é de salientar que é a Zona Norte que apresenta um maior nível de dependência em relação à rede viária. No entanto, a Margem Esquerda apresenta um valor próximo do apresentado pela Zona Norte.

O nível de dispersão do centro urbano depende de um conjunto de dimensões, que se procurarão traduzir num índice.

Em síntese, com base na bibliografia e nos dados analisados **serão considerados na avaliação do grau de dispersão do centro urbano os seguintes indicadores: densidade populacional, densidade do espaço edificado por hectare, Indicador de Vizinhaça, densidade da rede viária.**

Tal como no caso da metodologia preconizada por Ricardo Ojima (2007) também neste caso os diversos factores assumirão o mesmo peso, embora com cargas (positivas ou negativas) diferentes.

Tabela 8: Nível de dispersão - Quanto maior é o valor, maior o nível de dispersão

Nível de dispersão		
Margem Esquerda	Margem Direita	Zona Norte
0,1	-0.4	0.3

A Margem Direita evidencia-se com um nível de dispersão muito inferior em relação às restantes áreas. A Margem Esquerda e a Zona Norte apresentam valores próximos.

A presente análise que a estratégia de gestão do risco deverão ter em atenção os níveis de dispersão do centro urbano. Enquanto que na Margem Direita se observa uma maior densidade populacional, uma maior pressão sobre o território, nos restantes espaços em análise o problema reside na existência de um elevado grau de dispersão o que implica um maior esforço em termos de recursos de prevenção e combate de catástrofes.

É de salientar que os valores da tabela 8 constituem indicadores gerais, não reflectindo as especificidades de cada uma das zonas. Podem-se apontar os casos da Margem Esquerda e da Zona Norte que apresentam valores semelhantes, no entanto, surge a questão de até que ponto é que as realidades dos seus tecidos urbanos são semelhantes. Neste sentido, surge como necessário analisar a cartografia dos níveis de dispersão do centro urbano de Coimbra.

A Margem Esquerda e a Zona Norte apresentam valores de dispersão semelhantes, sendo que a Zona Norte apresenta níveis de dispersão ligeiramente mais elevados que a Margem Esquerda. No entanto, na figura observa-se que, regra geral, os lugares da Zona Norte (como o Loreto, Pedrulha, Relvinha e Monte Formoso) apresentam um grau de dispersão inferior aos lugares da Margem Esquerda (como os Casais, Bencanta, Mesura, Espírito Santo das Touregas, Banhos Secos).

No que concerne à Margem Direita, é interessante notar que numa abordagem geral esta área aparece como uma área compacta, no entanto, quando analisada com mais algum pormenor, verifica-se que apresenta um nível baixo de dispersão apenas por comparação com a Margem Esquerda e a Zona Norte. Embora a Margem Direita surja como uma área mais compacta que a Margem Esquerda e a Zona Norte são observados níveis de dispersão elevados ou até mesmo muito elevados em lugares como os Malheiros, Portela da Cobiça.

Tal como acontece em relação a outros casos, é importante ter em atenção dois níveis de análise: um nível em que se analisa, por exemplo, a Margem Esquerda, como uma unidade territorial e outro nível em que são tidas em conta as diferentes especificidades existentes dentro de cada espaço.

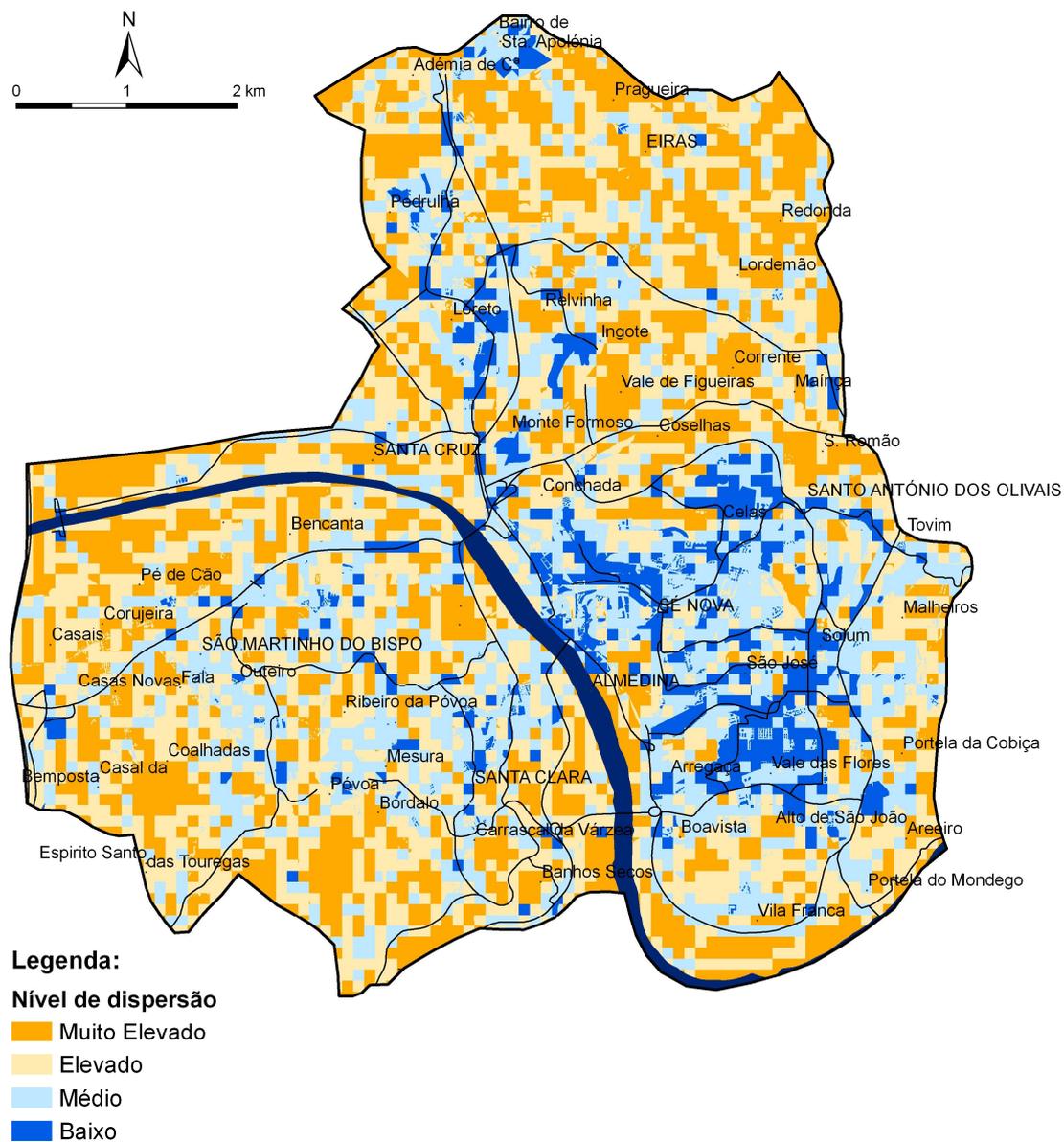


Fig. 13: Nível de dispersão do centro urbano de Coimbra

Capítulo IV. A expansão urbana de Coimbra no período 1985-2005

A expansão urbana de Coimbra em superfície

A expansão urbana de Coimbra em altura

A expansão urbana de Coimbra no período 1985-2005 – síntese

IV.1 A expansão urbana de Coimbra em superfície

A análise da expansão urbana de Coimbra tem como principal objectivo a delimitação de uma área dinâmica que possa constituir um caso de estudo interessante na avaliação da dicotomia existente entre os riscos naturais e o processo de expansão urbana.

Numa primeira abordagem, a análise da expansão urbana no centro urbano de Coimbra, será elaborada com base no *Corine Land Cover* que decorre de um projecto iniciado pela Comunidade Europeia em 1985 com o objectivo principal de produzir cartografia de ocupação do solo para a Europa, à escala 1/100 000. O primeiro levantamento data de 1985 e o segundo de 2000. Desde 1995 que este projecto é coordenado pela Agência Europeia do Ambiente. Os produtos cartográficos *Corine Land Cover* foram criados com base em imagens dos satélites Landsat e em informação auxiliar relacionada com ocupação do solo, proveniente de diversas instituições (Caetano, 2005).

A sua avaliação surge como pertinente na medida em que permite fazer uma abordagem de conjunto, traçar as linhas essenciais da paisagem, assim como a comparação de dois períodos temporais coincidentes com os objectivos do trabalho, desde meados da década de 80 até ao início do século XXI.

A década de 80 representa o “salto” da expansão da Cidade consolidada para a envolvente a norte e poente da área central, a que se segue a expansão para sul, num processo que dificilmente é acompanhado por um esforço coerente de estruturação urbanística (CMC, 2005).

No presente trabalho serão adoptadas duas perspectivas de análise dos dados:

- A variação da área urbana tendo em conta a área total do espaço em análise, o que se pode denominar de Coeficiente de Mudança de Uso do Solo (doravante CMUS).

Pode-se apontar, como exemplo, o cálculo do CMUS da Margem Direita:

$$\text{CMUS} = \frac{\text{Espaço urbano (ha) em 2000} - \text{Espaço urbano(ha) em 1985}}{\text{Área total da Margem Direita (ha)}} * 100$$

- Uma outra forma de abordagem da presente temática consiste na avaliação da diferença de valores entre a área do espaço urbano em 2000 e a área do espaço

urbano no ano de 1985, **não tendo em conta a área total do espaço em análise**. Esta abordagem revela-se necessária na medida em que no caso da área ser de grande dimensão, os impactos da urbanização poderão passar despercebidos.

Pode-se apontar, como exemplo, o caso da Zona Norte com os seguintes dados:

- **Espaço urbano em 1985:** 227ha
- **Espaço urbano em 2005:** 342ha
- **Percentagem do espaço urbano em 1985:** 13%
- **Percentagem do espaço urbano em 2005:** 20%

A diferença percentual entre 1985 e 2005 não é muito expressiva, apenas aumentou 7%, ou seja, a Zona Norte não mudou de modo significativo. No entanto, verifica-se que enquanto que em **1985** a Zona Norte possuía **227ha**, em **2005** possuía **342ha**, verifica-se um aumento de 115ha, ou seja, na ordem dos 51%.

Na análise do CMUS verifica-se que foi na Margem Direita onde maior área foi urbanizada. Todavia, em termos de variação percentual do espaço urbano verifica-se que no período em análise enquanto que na **Margem Direita** se observou uma variação na ordem dos **19%**, na **Zona Norte** se observou uma variação na ordem dos **51%**. Embora tenham sido urbanizados mais hectares na Margem Direita, foi na Zona Norte onde se registou um maior impacto em termos de percentagem de espaço urbano. Um exemplo que ajuda a demonstrar esta dinâmica pode ser o facto que um loteamento urbano com 1ha na Margem Direita tem um impacto territorial diferente de um loteamento urbano com a mesma área localizado na Zona Norte.

No presente contexto, o conceito de expansão urbana é entendido como o processo de transformação física de solo rural em solo urbano. Por conseguinte, a Margem Direita assume-se como a área de maior expansão urbana no período 1985-2000, embora tenha sido na Zona Norte onde tenha sido registado um maior nível de variação.

Não é de mais lembrar que o Corine Land Cover foi elaborado à escala 1/100 000, o que resulta que algumas povoações dispersas na Margem Esquerda não se encontrem classificadas pelo *Corine Land Cover* como espaço urbano. **Deste modo, surge a necessidade de uma análise a uma escala de maior pormenor.**

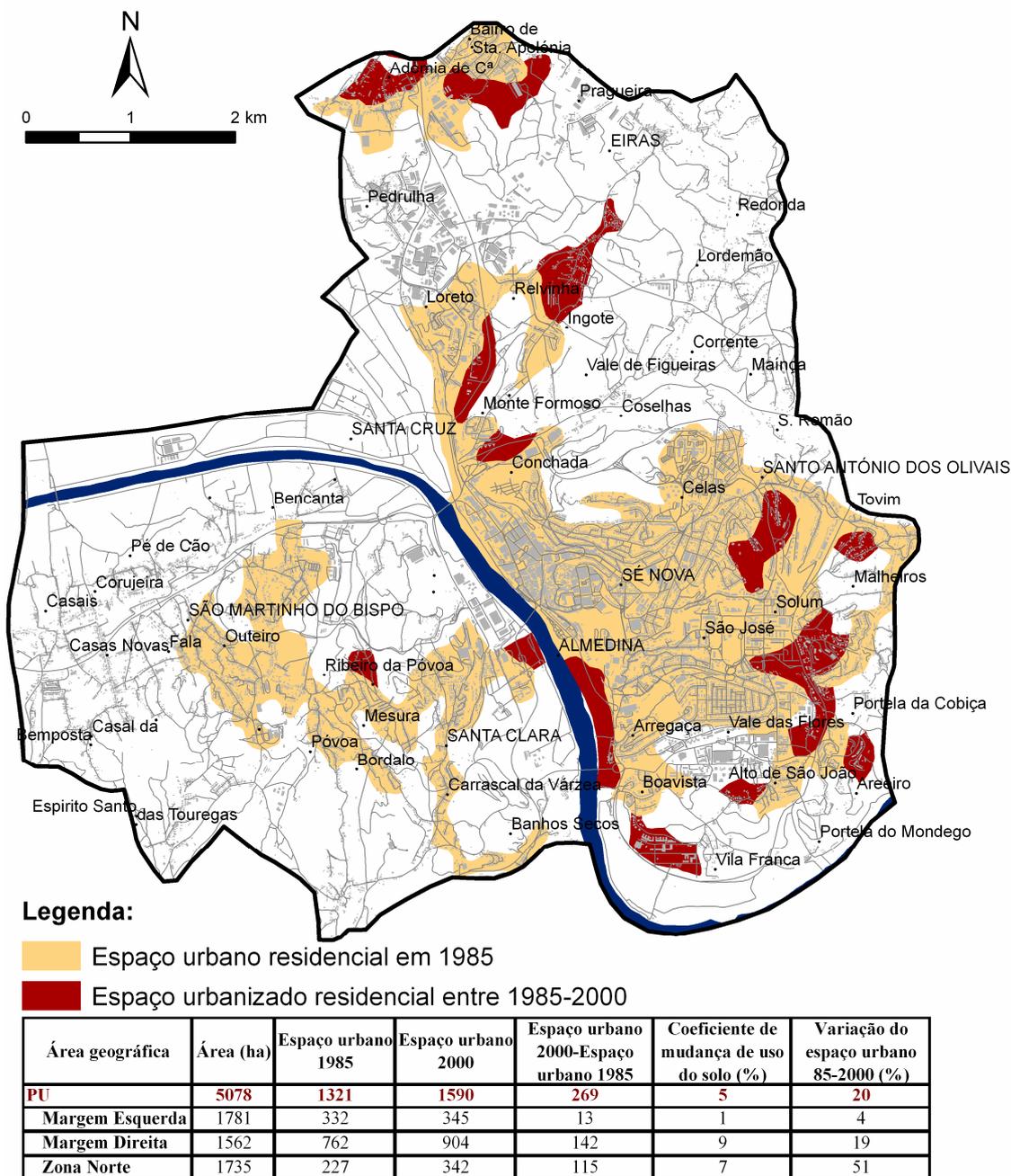
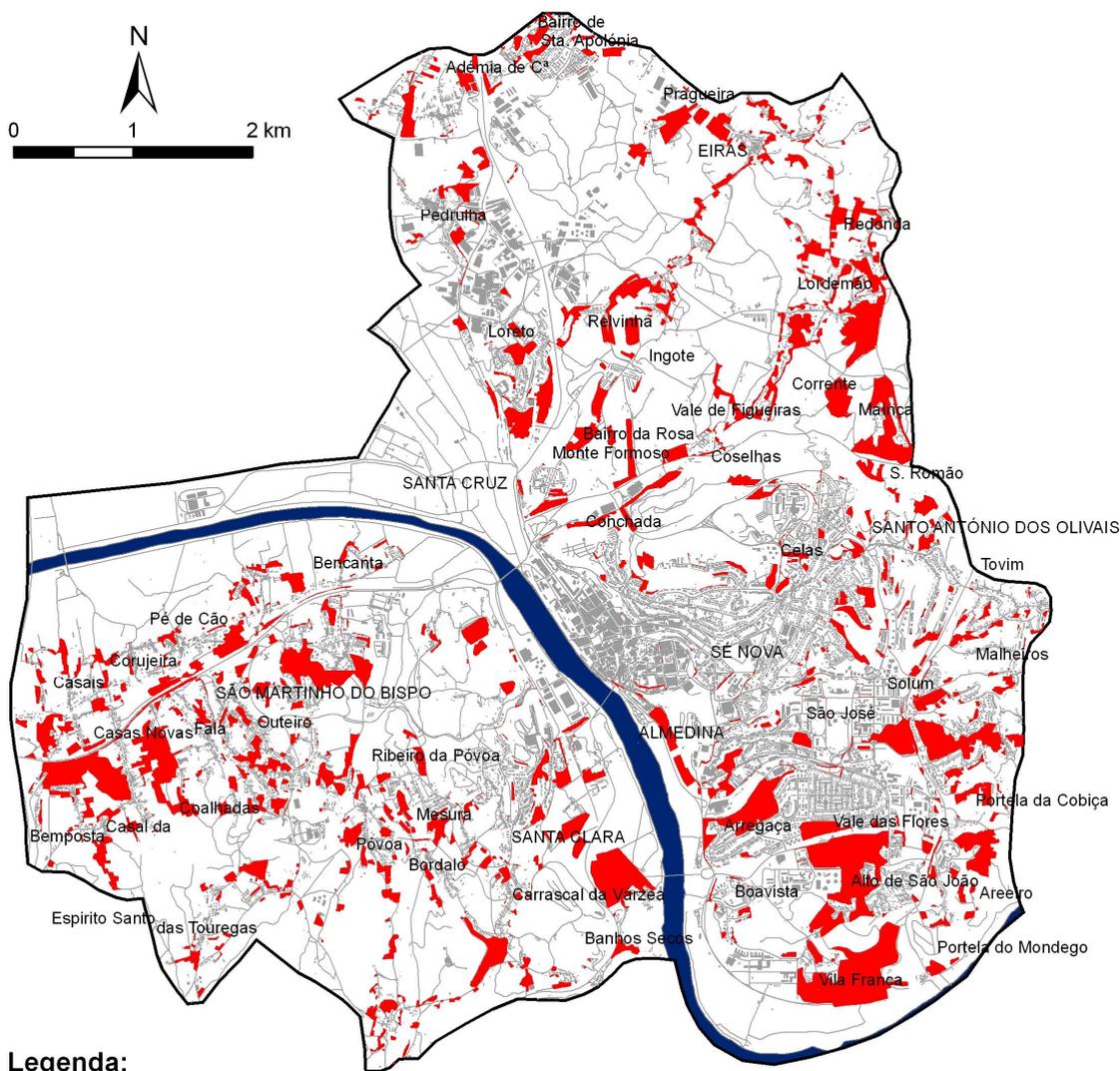


Fig. 14: Expansão urbana entre 1985-2000 em Coimbra (Fontes: Corine 85 e Corine 2000)

Após pesquisa nas cartografias temáticas disponibilizadas pelas instituições nacionais e europeias, conclui-se que a melhor metodologia a adoptar seria a sobreposição de cartografias a fim de obter manchas da evolução do solo urbano.

Neste sentido, procedeu-se à sobreposição da Série Ortofocartográfica Nacional de 2005, publicada pelo IGEO¹⁷, à escala 1/10.000, com o levantamento cartográfico do Município à escala 1/5.000, levado a cabo pela *Artop* em 1985. O período temporal da presente análise está compreendido entre o ano de 1985 e 2005.



Legenda:

Espaço residencial urbanizado entre 1985 e 2005

Fig. 15: Espaço residencial construído entre 1985 e 2005

Até à década de 80, a organização espacial do centro urbano de Coimbra foi marcada pela denominada Baixa de Coimbra onde se localizavam as principais actividades comerciais e serviços. No entanto, a partir da década de 90 começou a observar-se um

¹⁷ Instituto Geográfico Português

processo de descentralização espacial. Podem apontar-se como exemplos o Pólo II da Universidade de Coimbra, o Fórum Coimbra. A Solum com o parque desportivo e escolar mais importante da cidade, novas áreas habitacionais, comércio e serviços, é apontada pela CMC (2005) como a mais significativa nova centralidade.

Na análise da figura, observa-se na **Margem Direita**, em zonas como o Vale das Flores, uma expansão expressiva, contínua, o que pode ser denominado de “expansão natural” de uma cidade, ou seja, a cidade consolidada que se vai expandindo. Um dos factores que justificam esta expansão para o Sul prende-se com o facto da expansão urbana a Norte se encontrar condicionada pelo Vale de Coselhas. Para além de representar uma condicionante física, são de assinalar outros aspectos que contribuem para tornar esta área menos atractiva em termos de expansão urbana, como o facto do Plano De Gröer ter classificado o Vale de Coselhas como uma zona industrial. É ainda de assinalar a expansão a Sudeste, mais inconsistente, com vários espaços intersticiais.

Na **Margem Esquerda** 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 que têm vindo a surgir na Margem Esquerda como o Fórum Coimbra, que geram algum dinamismo neste espaço. Todavia, verificou-se, aquando da análise do grau de dispersão, que este dinamismo não é suficiente para que a Margem Esquerda se afirme como um espaço urbano compacto.

No que concerne à **Zona Norte** observou-se no período 1985 – 2005 uma ocupação linear, nomeadamente, ao longo da denominada Estrada de Eiras (EM537), de carácter, essencialmente residencial. Com excepção de algumas indústrias instaladas, a **Zona Norte** constitui um espaço com fraca expressividade no contexto urbano, em termos económicos, de equipamentos e populacionais. De um modo geral, corresponde a uma ocupação centrada na antiga EN1, desde a Casa do Sal até Adémia e pela estrada de Eiras, em que se misturam funções residenciais, comerciais, de armazenagem e industriais, de forma mais ou menos desordenada (CMC, 2005). Para além disso, observa-se um povoamento essencialmente residencial, fragmentado, e que se divide por Corrente, Mainça e Lordemão muito apoiada em caminhos rurais.

Nos casos da Margem Esquerda e da Zona Norte a expansão urbana, ou seja, o espaço residencial construído entre 1985 e 2005 desenvolve-se ao longo da rede viária ou a partir de núcleos preexistentes.

Por questões de coerência metodológica e de comparação de conclusões, os critérios de análise dos dados obtidos a partir do estudo elaborado à escala 1/10.000 serão os mesmos que os utilizados aquando da análise dos dados obtidos a partir da *Corine Land Cover* de 2000.

Tabela 9: Coeficiente de mudança de uso do solo e variação do espaço construído no período 1985-2005

Área geográfica	Área (ha)	Espaço urbano 1985 (ha)	Espaço urbano 2005 (ha)	Espaço urbano 2005-Espaço urbano 1985	Coeficiente de mudança de uso do solo (%)	Varição do espaço urbano 85-2005 (%)
Perímetro Urbano	5078	883	1432	549	11	62
Margem Esquerda	1781	271	475	204	12	75
Margem Direita	1562	456	640	184	13	40
Zona Norte	1735	156	317	161	9	103

No que diz respeito ao CMUS¹⁸ a Margem Direita e Margem Esquerda apresentam valores semelhantes, o que indica níveis de consumo de solo semelhantes. No entanto, em termos de variação percentual do espaço construído a Margem Esquerda apresenta um valor na ordem dos 75% e a Margem Direita apresenta um valor na ordem dos 40%. Trata-se de um exemplo que demonstra a importância desta dupla abordagem, uma vez que em termos de CMUS a Margem Direita e a Margem Esquerda apresentam valores semelhantes, contudo o impacto da urbanização que ocorreu entre 1985 e 2005 foi maior na Margem Esquerda do que na Margem Direita. Na análise dos dados verifica-se que a Margem Esquerda apresentava em 1985 um nível de ruralidade superior em relação ao apresentado em 2005.

É importante assinalar que as conclusões a que se chegaram aquando da análise dos dados fornecidos pelo *Corine Land Cover* à escala 1/100.000 coincidem com as conclusões a que se chega após a análise da expansão urbana à escala 1/10.000. Em ambas as análises a **Zona Norte** surge como a área com maior variação percentual em termos de espaço urbano, a sua área urbana duplicou e a **Margem Direita** surge como a unidade onde mais área foi urbanizada. Neste sentido, a Margem Direita foi o espaço onde se observou maior expansão urbana, entendendo o conceito como o processo de transformação física de solo rural em solo urbano, no período 1985-2005.

¹⁸ Coeficiente de Mudança de Uso do Solo

Note-se que as análises elaboradas até a esta fase são de carácter **bidimensional**, contudo o espaço urbano assume-se cada vez mais como **tridimensional**, ou seja, em altura. A pressão exercida sobre o território por um edifício com 8 andares, 24 alojamentos, 2 pessoas por alojamento, é diferente da exercida por 1 moradia unifamiliar com 2 andares. Os custos de utilização de edifícios altos (nomeadamente os custos energéticos) são muito superiores aos custos de utilização de edifícios de baixa altura, nomeadamente quando estes não requerem elevadores, sobressores de água, reservas para incêndio, etc. (Costa Lobo, 2000).

Neste sentido, fase sequente do presente trabalho será a avaliação da terceira dimensão do espaço construído do centro urbano de Coimbra.

IV.2 Expansão urbana de Coimbra em altura

Numa primeira abordagem a avaliação da terceira dimensão do espaço será feita com base na percentagem de edifícios com 3 ou mais pavimentos¹⁹.

Na observação da figura 16 a Margem Direita evidencia-se, em relação às restantes zonas. Apesar disso, a percentagem média de edifícios com mais de 3 pavimentos não vai além dos 47%.

É de assinalar na Margem Esquerda que as áreas que apresentam uma percentagem de edifícios com mais de 3 pavimentos superior a 75% coincidem com áreas de urbanização recente.

Na Zona Norte as percentagens mais elevadas observam-se no Monte Formoso, Relvinha e Pedrulha. Note-se que se tratam de lugares onde se encontram localizados alguns bairros sociais camarários, onde a regra dominante é a construção de edifícios com vários pisos.

¹⁹ É considerado **pavimento**, do edifício, cada um dos seus planos habitáveis ou utilizáveis, qualquer que seja a sua relação com o nível do terreno. As caves, subcaves e águas furtadas, habitáveis ou utilizáveis, são consideradas pavimentos. **Fonte:** <http://metaweb.ine.pt/sim/conceitos/conceitos.aspx?ID=PT#P>, consultado no dia 25 de Novembro de 2007

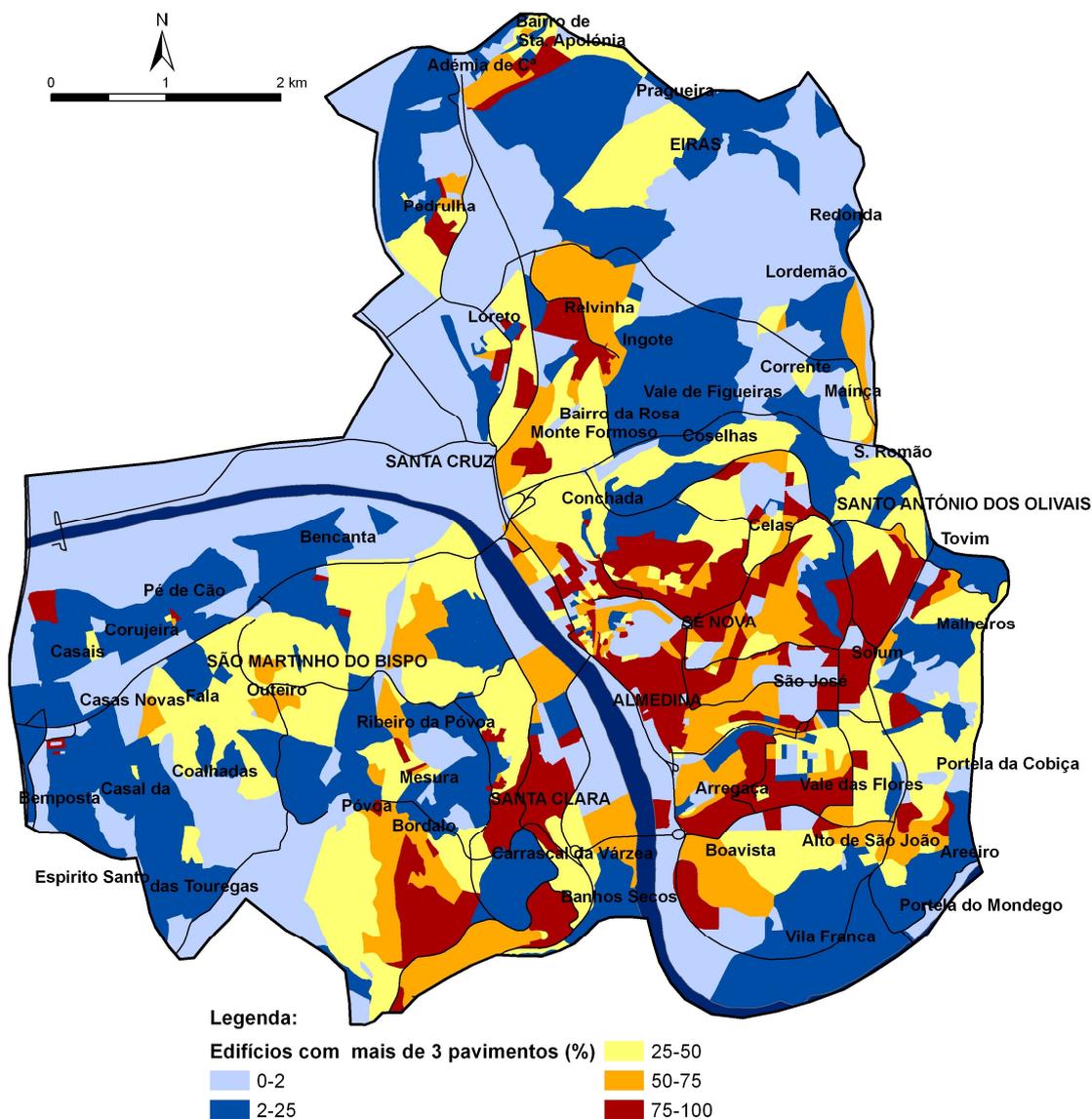


Fig. 16: Percentagem de edifícios com mais de 3 pavimentos por subsecção estatística (Fonte: Censos 2001 – INE)

No cômputo geral a percentagem de edifícios com mais de 3 pavimentos é baixa, tanto na Margem Esquerda como na Zona Norte não ultrapassa os 30%. Por conseguinte, segundo este indicador, a urbanização de Coimbra em termos de superfície acrescentada não assume grande expressividade, uma premissa que é reforçada pela análise do número de alojamentos por edifício.

Apesar da percentagem de edifícios com 3 ou mais pavimentos reflectir a distribuição da construção em altura, necessita de ser complementado pelo número de alojamentos por edifício, a fim de melhor avaliar o seu impacto sobre o solo.

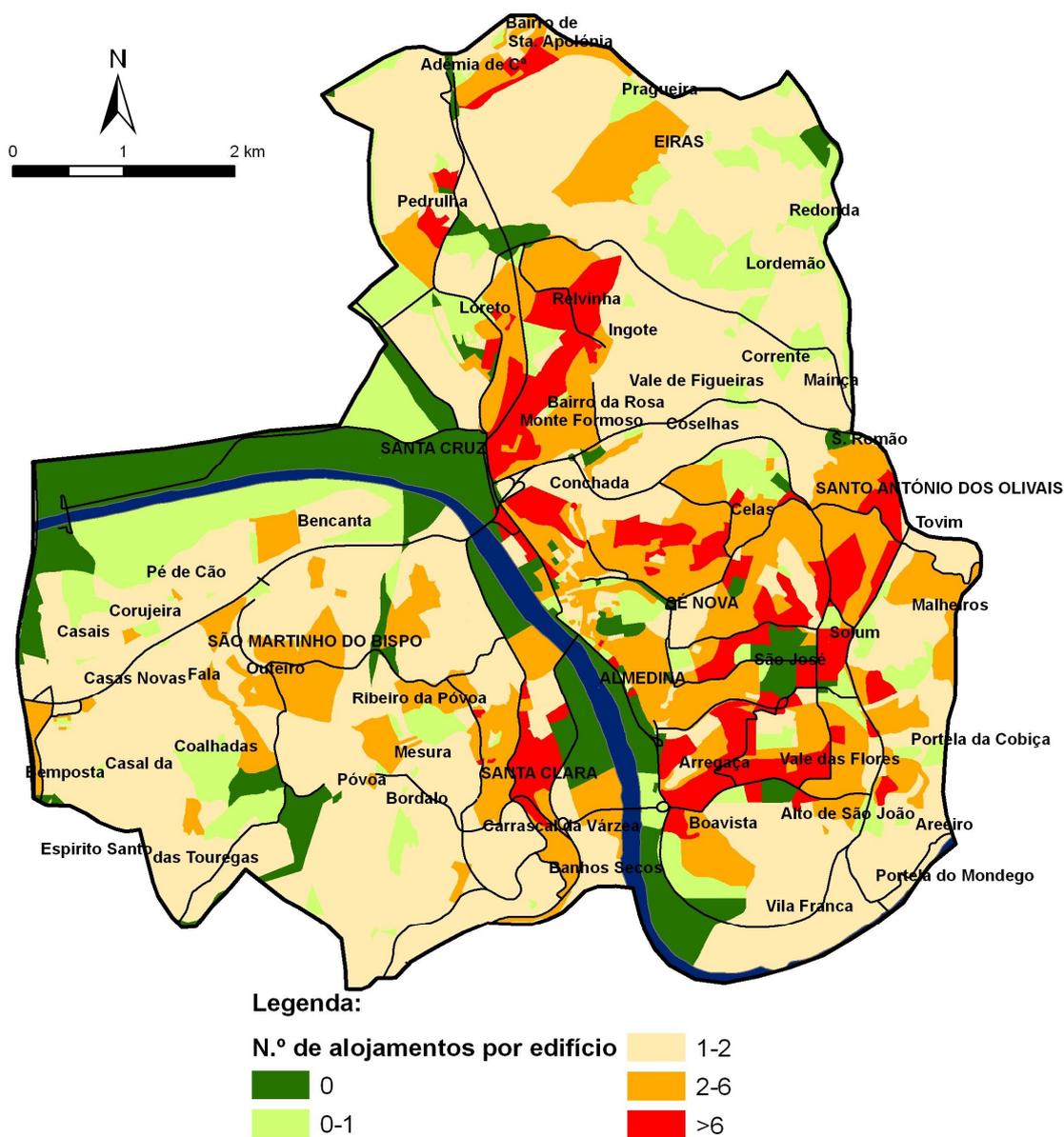


Fig. 17: Número médio de alojamentos por edifício

(Fonte: Censos 2001- INE)

Na análise da figura observa-se que na Margem Esquerda, embora apresente espaços com percentagens de edifícios com 3 ou mais pavimentos acima dos 50%, verifica-se que cada edifício possui em termos médios 2 alojamentos.

A Margem Direita surge como o espaço com maior número de alojamentos por edifício. Enquanto que na Margem Direita cada edifício possui uma média de 4 alojamentos, na Margem Esquerda cada edifício possui em média 2 alojamentos. Na Margem Esquerda a percentagem de moradias unifamiliares é mais elevada do que na Margem Direita, o que significa um maior consumo de solo no primeiro caso do que no segundo. A

urbanização por moradias unifamiliares é controversa, pode-se apontar, como exemplos, se, por um lado, é exercida menor pressão sobre cada parcela urbanizada, por outro lado observa-se uma maior destruição do património natural (áreas florestais, áreas com fertilidade agrícola) e desbaratamento do recurso solo.

No que concerne ao número médio de alojamentos por edifício é de assinalar que enquanto que na **Zona Norte** os valores mais elevados se concentram numa área que abrange o Monte Formoso, Bairro da Rosa, Relvinha, no caso da **Margem Direita** observa-se uma maior homogeneidade espacial. Trata-se de um aspecto que é confirmado pela análise dos desvios padrões dos dados relativos a estas duas áreas. De facto, a Zona Norte apresenta um desvio padrão mais elevado que a Margem Direita, o que significa que existe uma maior variabilidade de dados em relação à média na Zona Norte do que na Margem Direita.

A análise da percentagem de edifícios com 3 ou mais pavimentos e do número de alojamentos por edifício permite localizar os espaços do centro urbano com maior superfície acrescentada. Trata-se de uma análise elaborada com base nos Censos 2001 não permite avaliar a expansão da cidade de Coimbra nas duas últimas décadas em termos de superfície acrescentada.

Não se encontrando disponível o cadastro de todas as propriedades privadas do centro urbano de Coimbra, considerou-se usar os loteamentos²⁰ como amostra para a avaliação da área bruta construída nas duas últimas décadas.

Até 1965 só o sector público é que poderia proceder à urbanização de um espaço, o que levou à proliferação de loteamentos ilegais (Avelino, 1998). Quando, através do Decreto-Lei n.º 46.673 de 1965, o poder político procedeu à delegação de poderes, em matéria de urbanização de solos, não se previu que o sector privado fosse assumir um papel tão relevante, o que deu origem a **situações de descontrolo**. A partir de 1965 o Estado “*foi-se progressivamente demitindo da sua obrigação²¹ de promover novas urbanizações, falhando na resposta às necessidades de crescimento urbano*” (Costa

²⁰ Segundo a Lei n.º 60/2007 de 4 de Setembro, artigo 2.º, alínea i), uma operação de loteamento é o conjunto de acções que tenham por objecto ou por efeito a constituição de um ou mais lotes destinados, imediata ou subsequentemente, à edificação urbana e que resulte da divisão de um ou vários prédios ou do seu reparcelamento.

²¹ A palavra *obrigação* não se encontra sublinhada no original

Lobo, 2000). Os loteamentos constituíram uma forma do sector privado desempenhar um papel mais activo na urbanização do território.

Alves Correia (2006) enquadra os loteamentos no conjunto de figuras jurídicas de natureza planificatória, que, apesar da sua essência planificadora, não são todavia, designados pela Lei como planos. Aliás, segundo o autor, o loteamento urbano, configura, sob o ponto de vista do respectivo conteúdo, um verdadeiro plano de pormenor da área a que diz respeito.

Um dos factores decisivos para esta opção metodológica fundamentou-se na constatação que os loteamentos desempenharam um papel relevante no processo de urbanização de Coimbra no período 1985-2005. Verifica-se que, no universo das operações de urbanização que tiveram lugar na cidade de Coimbra, no período em análise, em 32% dos casos foram levados a cabo no âmbito de um processo de loteamento. No caso da Margem Direita esse valor ascende aos 53%.

Na análise do número de fogos por lote verifica-se que a Margem Direita apresenta o valor mais elevado com 14 fogos por lote, seguido da Margem Esquerda e a Zona Norte com uma média de 7 e 6 alojamentos por lote, respectivamente.

Na **Margem Direita** a área bruta para fins exclusivamente residenciais excede, em média, mais de quatro vezes a área do lote, o que significa que num lote com 100m² para domínio privado se constrói um edifício com uma área bruta de 410m², o que implica uma maior pressão sobre o solo do que no caso em que num lote com 100m² é construída uma moradia com uma área bruta de 110m².

No caso da Zona Norte e da Margem Esquerda verifica-se, em média, uma relação de 1 para 1, isto é, num lote com 100m² para domínio privado constrói-se um edifício com 100m². Está-se na presença de situações em que são exercidas diferentes pressões sobre o solo. Note-se que, de um modo geral, quanto maior é a área bruta de construção, maior será o número de pessoas a residir no lote em questão e, conseqüentemente, maior será a produção de lixo doméstico, maiores o nível de exigência em termos de, por exemplo, capacidade do saneamento básico.

Na análise da terceira dimensão do espaço evidencia-se, mais uma vez, a diferença entre a Margem Direita e as restantes zonas em análise, como se estas três zonas não integrassem o mesmo centro urbano. Trata-se de um aspecto com implicações em termos de organização do sistema territorial que, num cenário ideal, deverá funcionar

como uma unidade coesa, algo que é mais complexo quando uma determinada unidade territorial, neste caso a Margem Direita, apresenta diferenças evidentes em relação às restantes unidades territoriais que compõem o sistema.

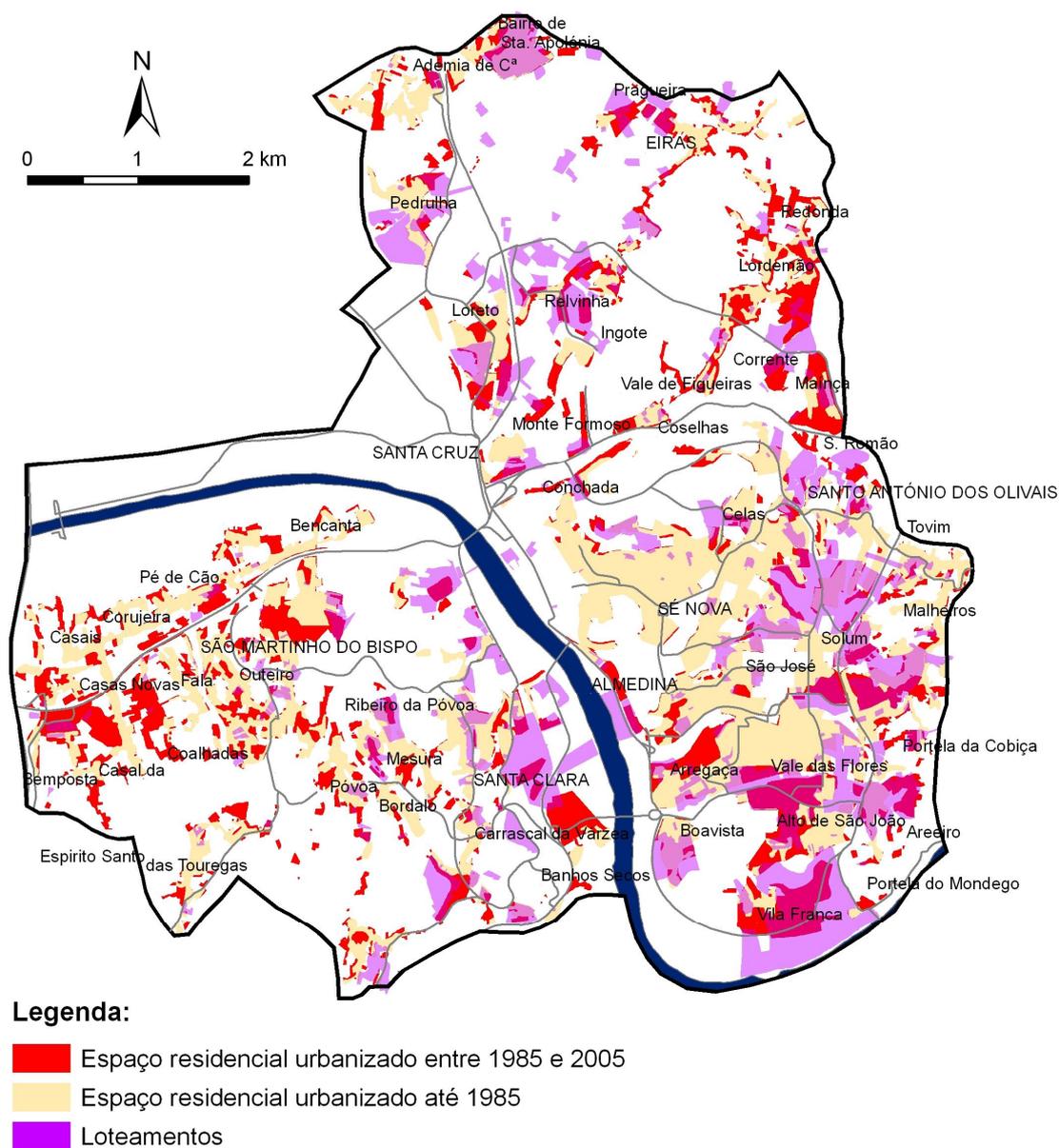


Fig. 18: A importância dos loteamentos na cidade de Coimbra

IV.3 A expansão urbana de Coimbra no período 1985-2005 – Síntese

Decorrente da presente análise verifica-se que no período 1985-2005 foi na Zona Norte onde se verificou uma maior variação em termos de área urbana, contudo foi na Margem Direita onde se observou maior consumo de solo e foi exercida uma maior pressão sobre este, na medida em que se construiu mais em altura.

Neste sentido, os indicadores analisados, até ao momento, apontam para que o caso de estudo se localize na Zona Norte ou na Margem Direita.

Na equação entre o crescimento em termos de área de implantação/ crescimento em termos de área acrescentada, considera-se que deve pesar mais o segundo factor, uma vez que, para além de significar um maior consumo de solo, é importante ter em linha de conta que num cenário de catástrofe esta assumirá maiores proporções caso a área afectada seja densamente construída.

Até esta fase a análise focou-se nas dinâmicas espaciais que se têm vindo a desenvolver desde 1985. Contudo, considera-se insuficiente avaliar a dinâmica espacial sem ter em conta as dinâmicas futuras. Pode suceder que uma determinada área tenha sido dinâmica desde 1985, mas que já tenha atingido o seu máximo, em termos de urbanização do território, e que no início do século XXI esteja a entrar num processo de estabilização, de consolidação do espaço construído.

Um dos princípios metodológicos do presente trabalho é que o caso de estudo seja uma área dinâmica sob o ponto de vista de urbanização, uma vez que nas áreas consolidadas as medidas assumem um carácter mais de atenuamento do que preventivo. No caso de se verificar que determinado espaço urbano se encontra numa área com risco muito elevado, o que se pode fazer é tentar minorar possíveis danos. As áreas que se encontram em expansão, e que ainda podem expandir mais, constituem casos de estudo relevantes na medida em que exigem tanto a adopção de medidas de carácter atenuante como preventivo.

Neste sentido, uma vez avaliada a dinâmica espacial desde 1985, a fase seguinte do trabalho centra-se na avaliação das dinâmicas futuras.

Capítulo V. Dinâmicas espaciais futuras da cidade de Coimbra

O perímetro urbano de Coimbra é classificado pela DGOTDU²² como sendo alargado e ainda **em fase de preenchimento, mal articulado com a área central consolidada**, o que reforça a necessidade de avaliar cenários futuros. O facto de ainda se encontrar em fase de preenchimento significa que trata de uma área dinâmica onde é possível ocorrerem várias transformações, como, por exemplo, um acréscimo de população residente na ordem dos 100 indivíduos.

As dinâmicas espaciais futuras dependem de vários factores como a dinâmica política, demográfica, social, económica, o mercado imobiliário e o investimento privado. Alguns desses factores, embora relevantes, possuem uma grande carga de subjectividade.

Após a ponderação das várias formas de avaliação, conclui-se que uma das mais adequadas ao contexto em análise seria a avaliação das dinâmicas espaciais futuras segundo o que se encontra definido para o território pelos agentes de planeamento, nomeadamente na capacidade construída permitida pelo Plano Director Municipal (PDM) de Coimbra. É considerada uma boa opção metodológica na medida em que as medidas definidas no Plano Director Municipal possuem um carácter vinculativo. Pode-se argumentar que a capacidade construtiva permitida pelo PDM não será atingida. Admite-se que tal argumento seja verdadeiro, contudo quando se trata do futuro isso implica na maioria dos casos trabalhar com cenários. No entanto, o cálculo da capacidade construtiva permite o estabelecimento de determinadas limites, em termos de perspectivas futuras. Pode ser apontada, como exemplo, o seguinte cenário:

- Numa determinada zona com 5ha é possível construir, segundo o definido pelo PDM, cinquenta alojamentos;
- Do universo dos referidos cinquenta alojamentos, já se encontram construídos quarenta alojamentos;
- Por conseguinte, sabe-se que, na referida zona com 5ha, já só é possível a construção de dez alojamentos

²² Direcção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano

A capacidade de alojamentos disponível é calculada com base no zonamento definido pelo PDM. Autores, como Miguel Pires (2005), embora não deixem de reconhecer o método do zonamento como o instrumento de preferência no desenvolvimento do processo de planeamento urbano, apontam-lhe pontos fracos como a falta de flexibilidade, prevalência do factor económico sobre os factores social e ambiental.

No PDM de Coimbra as Zonas Residenciais encontram-se divididas da seguinte forma: R1.2; R1.3; R2.3; R2.4; R2.5; R3.3; R3.5; R3.7; R4. Para uma melhor análise do modo como as diferentes tipologias se encontram distribuídas no espaço urbano considerou-se pertinente dividi-las, a partir da classificação do PDM, da seguinte forma:

- Zona Residencial até dois pisos – R1.2
- Zona Residencial até três pisos – R1.3; R2.3; R3.3
- Zona Residencial até quatro pisos – R2.4; R4
- Zona Residencial até cinco pisos – R2.5
- Zona Residencial até sete pisos – R 3.7

Em 1994²³ o limite da cidade de Coimbra era diferente do actual, não incluía as zonas residenciais denominadas de Aglomerados assim como também não incluía os Núcleos Populacionais. Neste sentido, estas zonas possuem características diferentes das zonas residenciais anteriormente referidas. Enquanto que os Aglomerados são espaços onde já devem existir infra-estruturas urbanas como rede de saneamento básico, electricidade, recolha de lixos, os Núcleos Populacionais são espaços com vocação residencial que se encontram ainda em fase de consolidação.

As zonas residenciais, onde é permitido edificar até sete pisos, correspondem, genericamente, à área envolvente do Estádio Municipal, dos Hospitais da Universidade de Coimbra, Vale das Flores, para além do caso particular da Urbanização do Arco Pintado. Trata-se de áreas possuidoras, regra geral, de boas infra-estruturas e equipamentos, algumas das quais se têm vindo a afirmar como novas centralidade urbanas.

Com excepção do Bairro Norton de Matos, as **zonas residenciais onde se pode construir até dois e três pisos** encontram-se nas zonas mais periféricas do núcleo urbano.

²³ Data de publicação do PDM actualmente vigente no Município de Coimbra

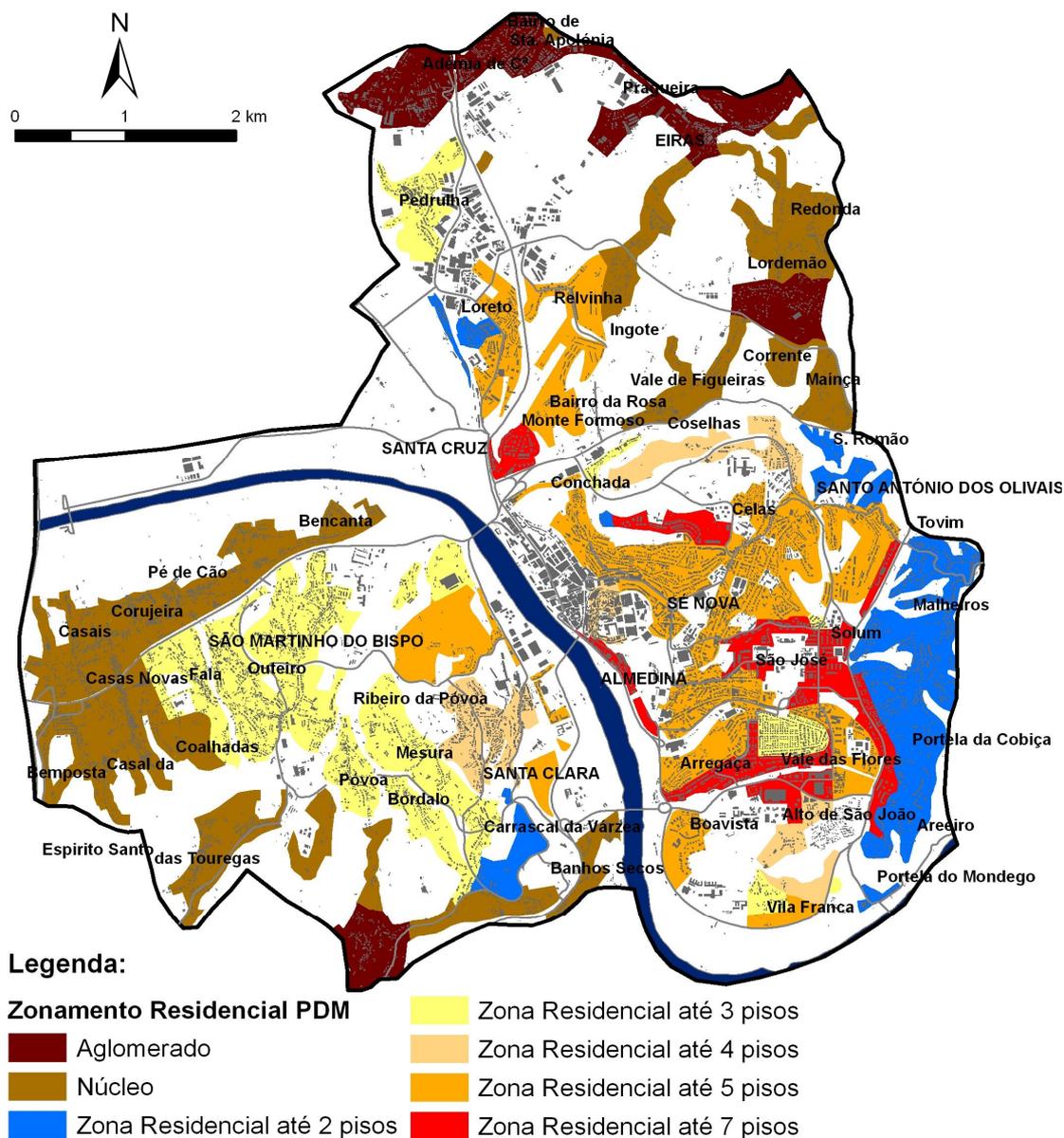


Fig. 19: Zonamento Residencial – PDM

Fonte: CMC, 1994

A cada zona residencial é atribuído um determinado índice de utilização que consiste no “*quociente da área bruta de construção pela superfície do terreno ou da parte do terreno a que se aplica*”²⁴. Com base na aplicação dos índices e orientações urbanísticas estabelecidas, o PDM pode fixar um direito abstracto de construir correspondente a uma edificabilidade média.

²⁴ Regulamento do PDM de Coimbra, artigo 3º alínea 1

O índice de utilização encontra-se dependente das várias características de cada zona residencial. Pode-se apontar o caso das zonas mais periféricas do núcleo urbano, em expansão na década de 90, como o Vale das Flores, que foram classificadas como zonas residenciais onde é permitido construir até sete pisos e atribuído o índice de utilização mais elevado, 0.9. Pode-se ainda comparar o caso dos Aglomerados com o caso dos Núcleos Populacionais. O Aglomerado constitui uma zona residencial, por definição, mais consolidada que o Núcleo Populacional, conseqüentemente foi atribuído ao Aglomerado um índice de utilização mais elevado.

Tabela 10: Fórmula de cálculo da capacidade de alojamentos disponível**Fonte:** CMC – DMAT – DOE²⁵ (2004) – fonte não publicada

O caso do Município de Coimbra										
Usos	Solo urbano (ha)	Solo urbano para aplicação de <i>iu</i>	População residente 2001	N.º de alojamentos 2001	Densidade populacional 2001 (hab/ha)	Densidade habitacional 2001 (fogos/ha)	Índice de utilização (<i>iu</i>)	Área média (m ² /fogo)	Capacidade de alojamento PDM (fogos)	Cap. de alojamento disponível PDM (fogos)
	(1)	(2) = (1) * 0,75	(3)	(4)	(5) = (3) / (1)	(6) = (4) / (1)	(7)	(8)	(9) = (2) * (7) * 10000 / (8)	(10) = (9) – (4)
Aglomerado	2075,4	1556,6	31121	12147	15	5,9	0,45	200	35022	22875
Núcleo	2703,3	2027,5	35159	13750	13	5,1	0,35	300	23654	9904
R1	601,5	451,1	20735	8956	34,5	14,9	0,45	150	13534	4578
R2	681,8	511,4	38975	21321	57,2	31,3	0,65	120	27698	6377
R3	186	139,5	15116	8185	81,3	44	0,9	100	12555	4370
R4	12,6	9,5								
C1	13,9	10,4								
C2	39,2	29,4								
C3	11,9	8,9					0,6	150	357	357
TOTAL	6259,9	4694,9	141106	64359	22,5	10,3			112 820	48 461

²⁵ Câmara Municipal de Coimbra, Direcção Municipal de Administração do Território, Divisão de Ordenamento e Estratégia

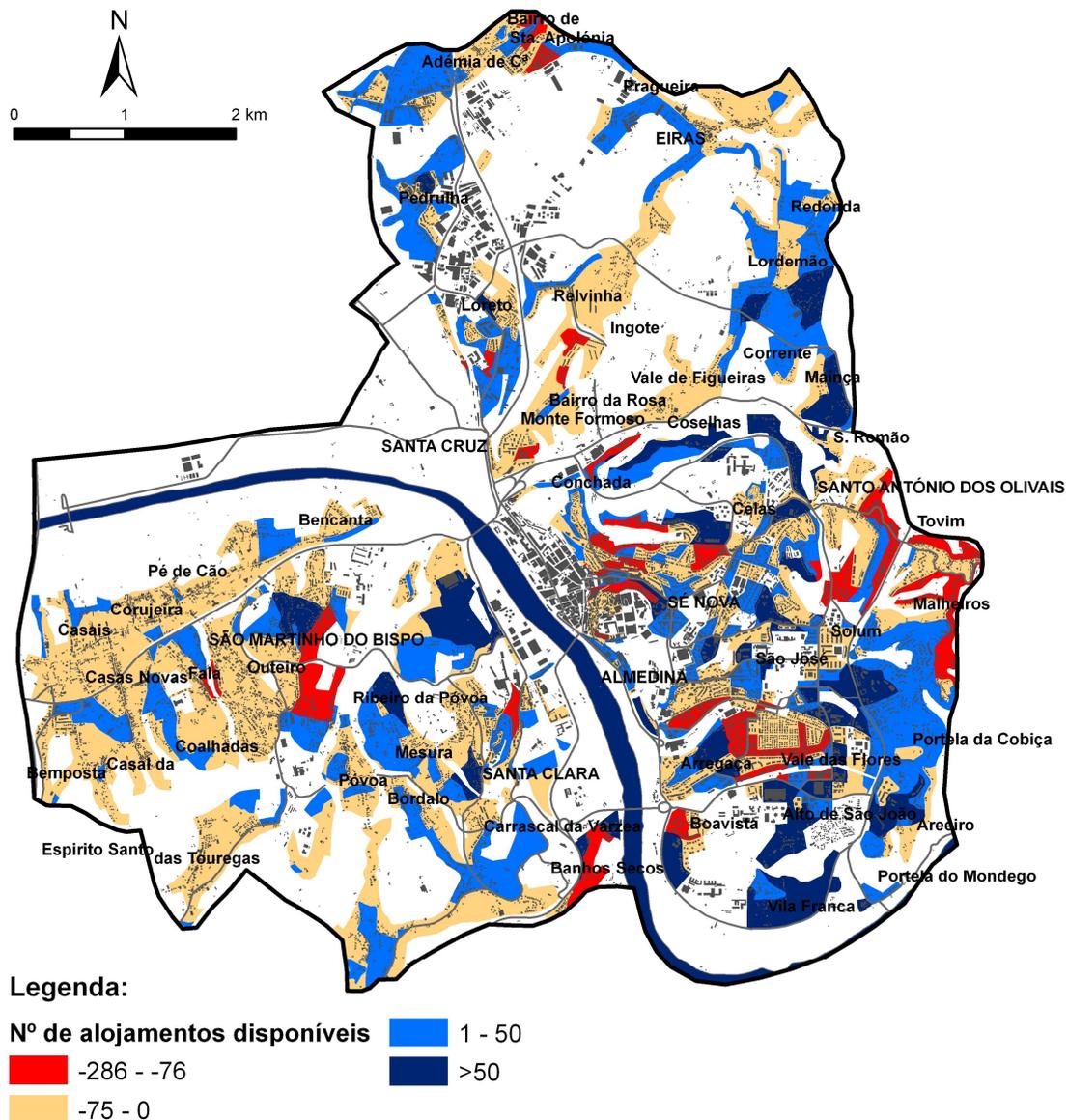


Fig. 20: Número de alojamentos disponíveis

A capacidade de alojamento disponível foi calculada com base na fórmula utilizada pela CMC (2004), que tem em conta parâmetros como o índice de utilização e a área média do fogo. Pode-se dizer que esta fórmula constitui uma generalização da realidade, uma vez que não tem em conta parâmetros, como a rede viária. No entanto, considera-se útil na medida em que constitui um indicador daquilo que os instrumentos de planeamento prevêem para determinada área, dependendo disso aspectos como a projecção de infra-estruturas de saneamento básico. À capacidade de alojamento disponível previstas pelo

zonamento do PDM são subtraídos os alojamentos já construídos, segundo os Censos 2001.

No cálculo da capacidade de alojamentos disponível verifica-se que nalguns casos já foram construídos mais alojamentos que o permitido pelo PDM.

Pode ser apontado, como exemplo, a área envolvente ao Bairro Norton de Matos onde já foram construídos entre 76 a 286 mais alojamentos do que o previsto no PDM. No caso da Margem Esquerda observa-se uma predominância das áreas onde a capacidade construtiva de alojamentos foi ultrapassada, o que pode constituir um indicador de que a expansão urbana nesta zona superou o previsto pelos instrumentos de planeamento. Trata-se de algo que tem consequências a nível, por exemplo, de equipamentos de apoio social, de infra-estruturas viárias, saneamento básico. Note-se, por exemplo, que é assinalado pela CMC (2003) que a Margem Esquerda carece de novas vias que estructurem este território tão próximo do centro de cidade.

No entanto, ainda é possível identificar algumas áreas no interior do perímetro urbano, como na zona sudeste da Margem Direita ou na Pedrulha, onde a capacidade de alojamentos disponíveis ainda não se encontra esgotada, ou seja, ainda é possível construir mais alojamentos.

Segundo os pressupostos definidos nos instrumentos de planeamento, a construção dos alojamentos em áreas classificadas como áreas agrícolas ou florestais assume um carácter excepcional. Por conseguinte, segundo os parâmetros estabelecidos pela CMC (2004) para o cálculo da capacidade de alojamentos disponíveis são tidas em conta apenas as zonas residenciais.

Capítulo VI. Definição e Caracterização do Caso de Estudo

VI.1 Definição do caso de estudo

Uma vez elaborada uma breve análise da dinâmica espacial do centro urbano, a próxima fase do trabalho passa pela definição do caso de estudo de avaliação da expansão urbana e riscos naturais. Seguindo o previamente definido, deverá tratar-se de uma área que tenha crescido nas últimas décadas e que tenha potencial para crescer mais. Considera-se de maior utilidade o estudo de uma área dinâmica do que uma área consolidada, uma vez que a intervenção nestes espaços já construídos reveste-se de maior complexidade. Na análise elaborada chegou-se aos seguintes pontos:

- Numa perspectiva **bidimensional**, o centro urbano de Coimbra no período 1985-2005 em termos de CMUS expandiu de forma mais evidente para a **Margem Direita** e em termos de variação percentual observou-se uma maior expansão na **Zona Norte**
- Numa perspectiva **tridimensional**, o centro urbano de Coimbra no período 1985-2005 teve a sua expansão mais visível na **Margem Direita**. Foi essencialmente nesta área da cidade que foram construídos edifícios com mais de 10 alojamentos.
- Na perspectiva de **dinâmicas espaciais futuras** a **Margem Direita** apresenta-se como o espaço com maior capacidade construtiva de alojamentos, aproximadamente 6000 alojamentos, um valor muito superior aos 3000 da Zona Norte e da Margem Esquerda.

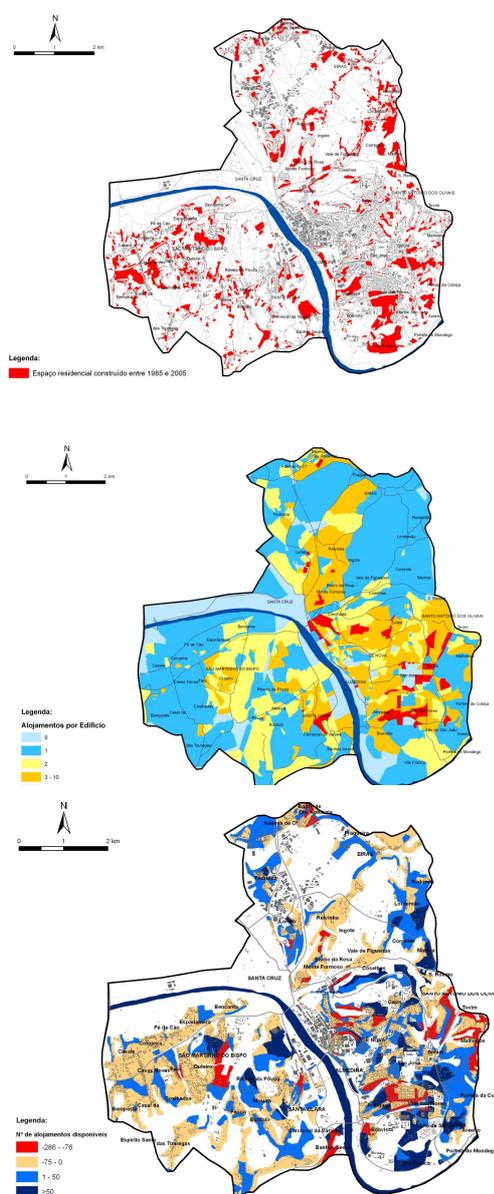


Fig. 21: Mapas que levaram à definição do caso de estudo

Com base nestes pressupostos, foi delimitada uma área, com uma dimensão de 1193ha, que procura abranger as áreas mais dinâmicas da Zona Norte e da Margem Direita.

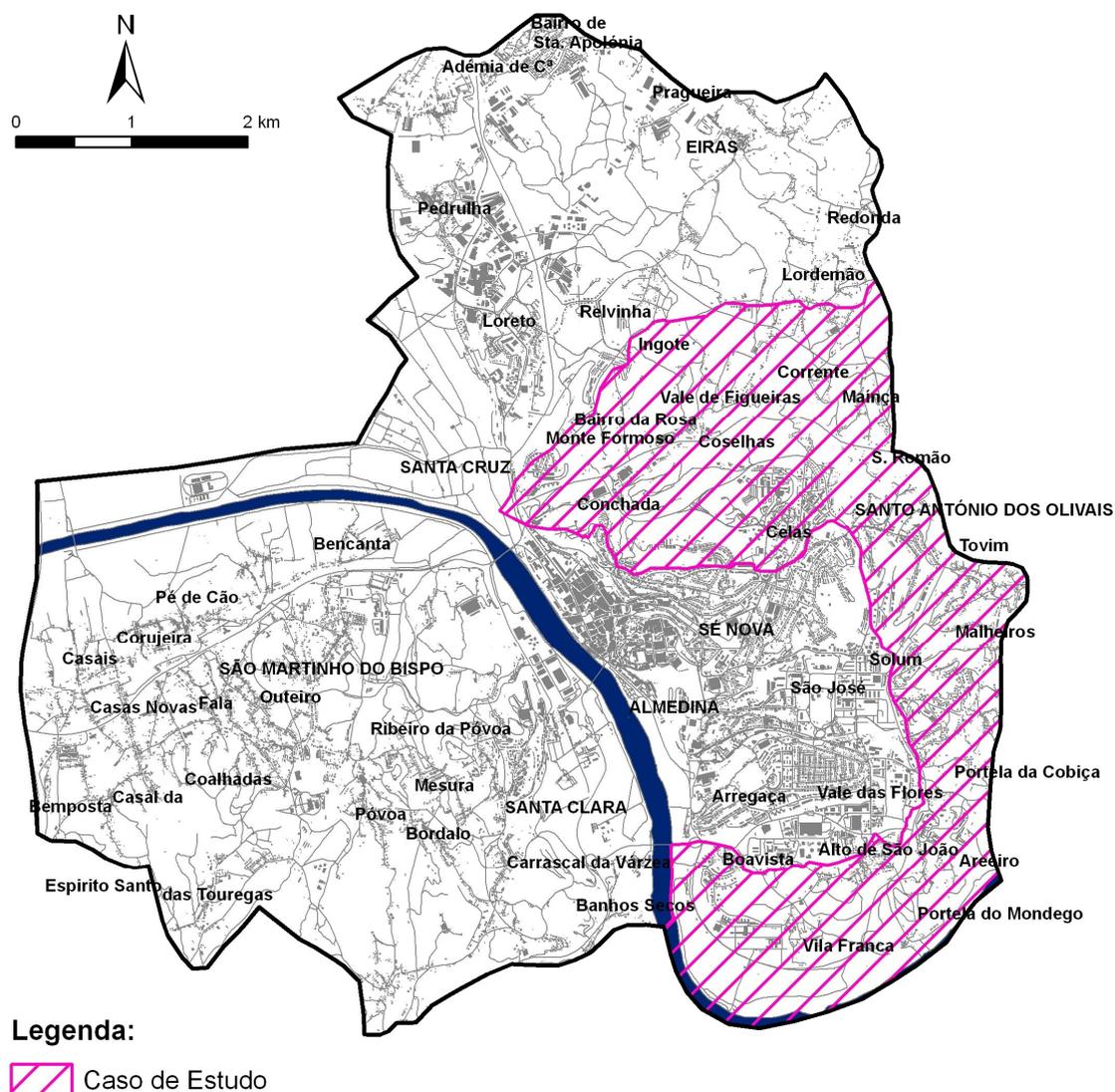


Fig. 22: Caso de Estudo

Para além disso, surge como evidente, nomeadamente na Zona Norte, o papel que a rede viária desempenha na estruturação do espaço urbano.

O caso de estudo surge como um exemplo em que as periferias urbanas menos densas ou menos urbanizadas avançam sobre os espaços agro-florestais envolventes. Teresa Sá Marques (2003) considera como fundamental, em termos de políticas urbanas, incorporar este quadro de vida, esta ruralidade periférica.

Embora o caso de estudo se encontre totalmente incluído na área considerada pela CMC como urbana, o espaço urbano representa apenas 35% da área total do espaço urbano, sendo os restantes ocupados, essencialmente, por espaço agrícola e florestal.

O caso de estudo constitui um exemplo de como a dicotomia cidade - campo deixou de fazer sentido. De um modelo que contrapunha a cidade e o campo, observa-se a passagem para um outro modelo que associa as duas noções na construção de tecidos urbanos (Marques, 2003).

No PNPOT (2004) o crescimento desordenado dos aglomerados e a urbanização dispersiva ou alinhada ao longo das vias de comunicação são apontados como os principais responsáveis da destruição das paisagens, na medida em que constituem factores determinantes no aparecimento de descontinuidades das ocupações agrárias, silvícolas e silvo-pastoris, bem como no aumento de espaços expectantes. Note-se que mesmo nas situações em que não se observe a destruição de paisagens, a urbanização dispersiva vai afectar o equilíbrio dos ecossistemas, o que vai ter repercussões em termos de riscos naturais.

Como já foi referido, verifica-se que não existe um contínuo em termos de edificação, sendo possível identificar vários lugares urbanos, alguns dos quais se passam a enunciar: Monte Formoso, Bairro da Rosa, o Ingote, Conchada, Corrente, Mainça, os HUC, São Romão, Tovim, Portela da Cobiça, Areeiro, Alto de São João, Pólo II da Universidade de Coimbra e Boavista.

Na presente fase do trabalho, as questões que se colocam prendem-se com a caracterização dos lugares urbanos e verificar até que ponto possuem características semelhantes.

também resulta de iniciativa pública. Residem no Bairro da Rosa 800 pessoas, o que o torna o bairro social do Município de Coimbra com maior número de residentes.

Tanto o Bairro da Rosa, como o Ingote, encontram-se localizados na Zona Norte, associada à indústria, de difícil acessibilidade e topografia. No entanto, essas características permitiram que viessem a adquirir grande importância pelas extensas operações efectuadas para a aquisição pública de terrenos, e a promoção de novos bairros residenciais da cidade (CMC, 1996).

São vários os problemas do Bairro do Ingote e do Bairro da Rosa como a precariedade ao nível das condições socio-económicas, resultante de situações de desemprego, baixo nível de escolaridade e de qualificação profissional, aliados a outras problemáticas ligadas ao consumo e tráfico da droga, sendo esta situação mais acentuada no Bairro da Rosa, que concentra um maior número de famílias multiproblemáticas de proveniências diversas (CMC, 2006).

As características do Bairro do Ingote têm vindo a afectar a população que reside no Bairro do Monte Formoso, considerado há algumas décadas atrás um dos mais aprazíveis da cidade, de onde as classes médias e médias-altas têm saído devido à proximidade daquele bairro. (Santos, 2001).

Na análise os lugares urbanos Monte Formoso, o Bairro do Ingote e o Bairro da Rosa surgem como uma unidade territorial, com diversos problemas.

É ainda de salientar o Bairro Social existente na Rua Padre Melo (Conchada), que possui 28 alojamentos com uma média de ocupação de 3,1 pessoas por alojamento. Está prevista a construção de mais 30 alojamentos no Bairro da Misericórdia ao abrigo de um concurso público lançado em 2006 pela Câmara Municipal.

Para além da habitação social é possível encontrar na Conchada, espaços, como o Rego do Bonfim, de habitações unifamiliares, algumas de génese ilegal.



Fig. 25: Presença de diferentes tipologias habitacionais na Conchada

Note-se na figura 25 o contraste entre essas habitações e os edifícios de tipologia colectiva, que têm vindo a ser construídos nas últimas décadas. Trata-se de um conjunto de aspectos que deixam transparecer uma deterioração de cariz ambiental e paisagístico deste território.

No caso de **Coselhas** verifica-se uma concentração do espaço edificado ao longo das principais vias. Constitui um caso evidente de uma mistura entre o uso residencial e o uso industrial. Na figura 26 observa-se o exemplo da Fucoli, uma indústria que se dedica à fabricação de peças de ferro fundido, misturada no espaço residencial.



Fig. 26: Exemplo de mistura de usos residenciais com usos industriais no Vale de Coselhas

O modo como este sistema territorial se encontra organizado, tem consequências no equilíbrio ambiental desta zona. Pode ser apontado, como exemplo, a Ribeira de Coselhas, ao longo da qual é possível encontrar vários exemplos de como este curso de água se encontra em mau estado. Além disso, é uma zona onde têm vindo a ser registadas inundações e movimentos de massa.

Num contexto de caracterização do caso de estudo, não é possível deixar de referir os **Hospitais da Universidade de Coimbra (HUC)**, um equipamento de saúde, cuja área de influência se estende a todo o território nacional. Trata-se de um equipamento que possui uma capacidade de 1208 camas. Os HUC podem ser vistos tanto como uma capacidade como uma vulnerabilidade. Pode ser considerado uma capacidade na medida em que presta auxílio às pessoas. No entanto, também pode ser considerado uma vulnerabilidade pela concentração de pessoas e suas características.



Fig. 27: Exemplo da degradação da paisagem no Vale de Coselhas

A zona do **Tovim**, assim como a zona do **Chão do Bispo** constituem um exemplo de núcleos localizados em áreas predominantemente florestais, com declives acentuados, que se foi expandindo ao longo da rede viária. A urbanização dominante reflecte uma intervenção casuística e sem regras de natureza morfotipológica desenvolvida por promotores privados em função do aproveitamento aleatório do solo (incidindo até sobre leitos de cursos de água) que está, em alguns casos, associada a um mercado ilegal de solos e à construção de natureza clandestina (CMC, 2007).

O caso do **Tovim** é interessante na medida em que é uma área praticamente desprovida de equipamentos, mas que beneficia da proximidade dos equipamentos localizados na **Solum**.

A **Portela da Cobiça** e o **Areeiro** apresentam características semelhantes ao **Tovim** e ao **Chão do Bispo**, embora apresentem um grau de consolidação urbana inferior.

Embora não seja um lugar com a dimensão geográfica dos casos anteriormente referidos, é de assinalar a **Avenida Elísio de Moura** a qual se verificou ser a área mais densamente povoada do caso de estudo, o que não constitui um dado surpreendente, tendo em conta as volumetrias presentes, com edifícios na ordem dos 10 pisos. Para além de se evidenciar em termos de densidade populacional, também se destaca em

termos de elevadas taxas de actividade e elevadas percentagens de indivíduos com o ensino superior completo.

Na porção Sul da área de estudo encontra-se localizado o complexo edificado do **Pólo II da Universidade de Coimbra (UC)**, que ocupará após conclusão da obra, segundo o *Quadro Síntese - Rectificação de Fevereiro de 1999*, do seu Programa, uma área total de 254.436,7m². Trata-se de um equipamento de enorme envergadura, com uma área de influência a estender-se a todo o país. De acordo com o Plano de Pormenor do Pólo II da UC, elaborado pela CMC em 1998, a carga poderia ascender a 6.591 pessoas, tendo em conta professores, funcionários e alunos que frequentariam o Pólo II.

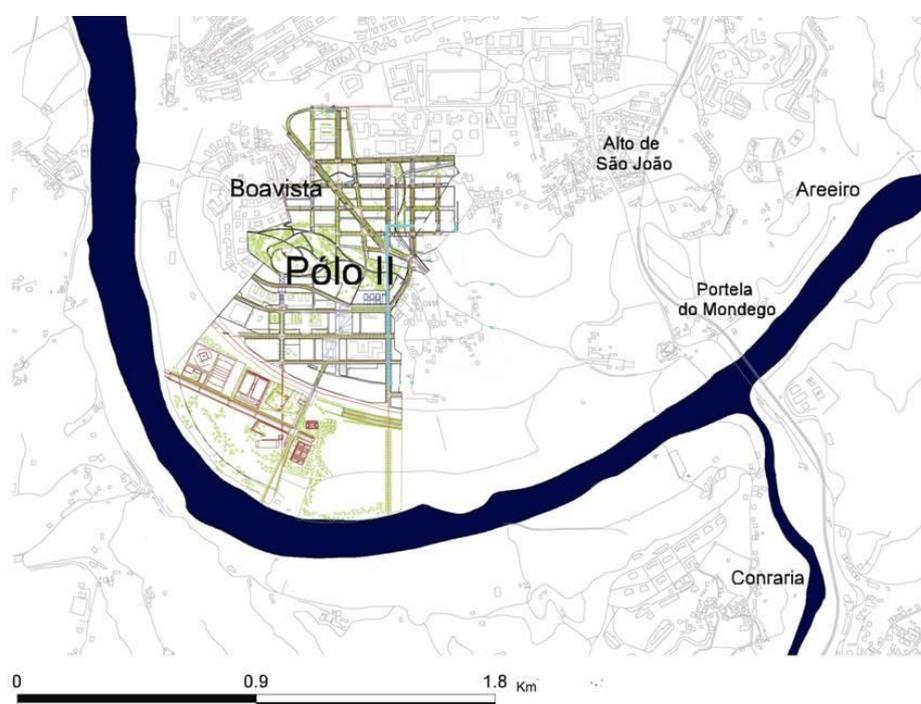


Fig. 28: Enquadramento geográfico do Pólo II da Universidade de Coimbra

Para além disso, encontra-se prevista a construção de 101 fogos, alguns dos quais já se encontram construídos, com uma capacidade de alojamento para 3448 estudantes.

Num contexto de análise dos riscos naturais o Pólo II da Universidade de Coimbra surge como um ponto vulnerável na medida em que constitui um sítio onde se concentra um elevado número de pessoas.

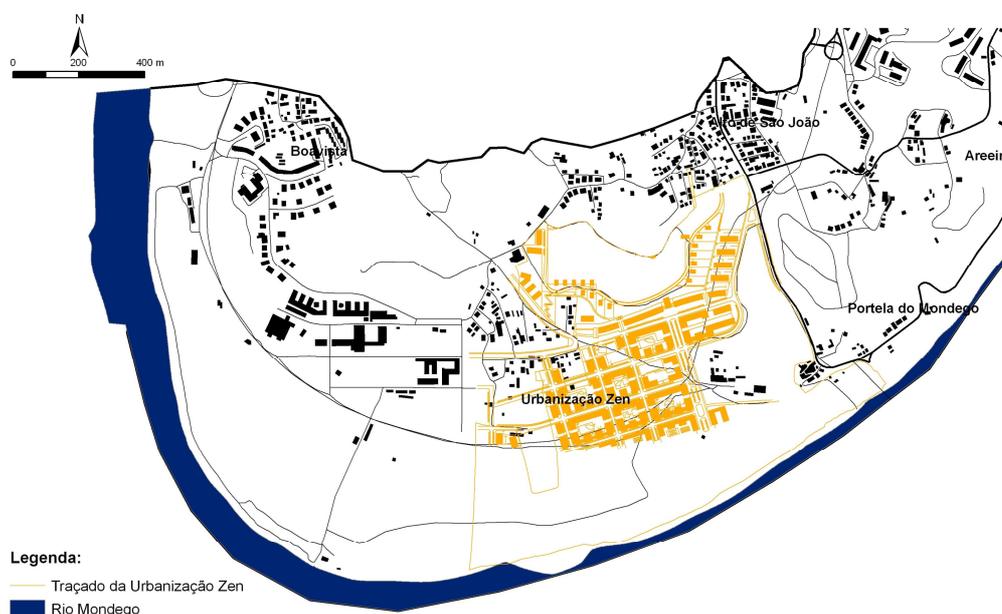


Fig. 29: Enquadramento Geográfico e traçado da Urbanização Zen

Para além de Bairros Sociais, também é possível encontrar na área de estudo vários loteamentos que têm como público-alvo a classe média alta e alta. Pode ser apontado, como exemplo, a **urbanização Zen** localizada nas proximidades do Pólo II da UC.

A edificação da Urbanização *Zen* num terreno com uma área de 770.498m² está a provocar um forte impacto no território envolvente. A área bruta de construção reparte-se do seguinte modo: 14.461m² destinam-se a comércio e serviços, e 21.903m² a habitação, prevendo-se a construção de 2.167 fogos com uma área média de 100m². Ora, considerando uma afectação média de duas pessoas por fogo,²⁷ poder-se-á prever um acréscimo de mais 4.334 habitantes numa área que em 2001 contava com 495 habitantes.

Segundo o zonamento do PDM 1994, a Urbanização da Portela encontra-se dividida pelas seguintes zonas: Zona R1, com índice de utilização de 0,45; Zona R2, com um índice de utilização de 0,65; Zona R3, com um índice de utilização de 0,9. Na consulta do processo de Alvará de Loteamento, verifica-se a aprovação de um índice de utilização de 3,5.

Pela observação da figura 30 verifica-se que uma parte do loteamento em análise consiste num conjunto de quarteirões – tipo, com espaços verdes e uma piscina ao

²⁷ É natural que uma família clássica (adoptando a nomenclatura dos Censos 2001) seja constituída por mais do que dois elementos

centro. Para além disso, funciona em regime de condomínio fechado, um dado que acentua o contraste com os Bairros Sociais.

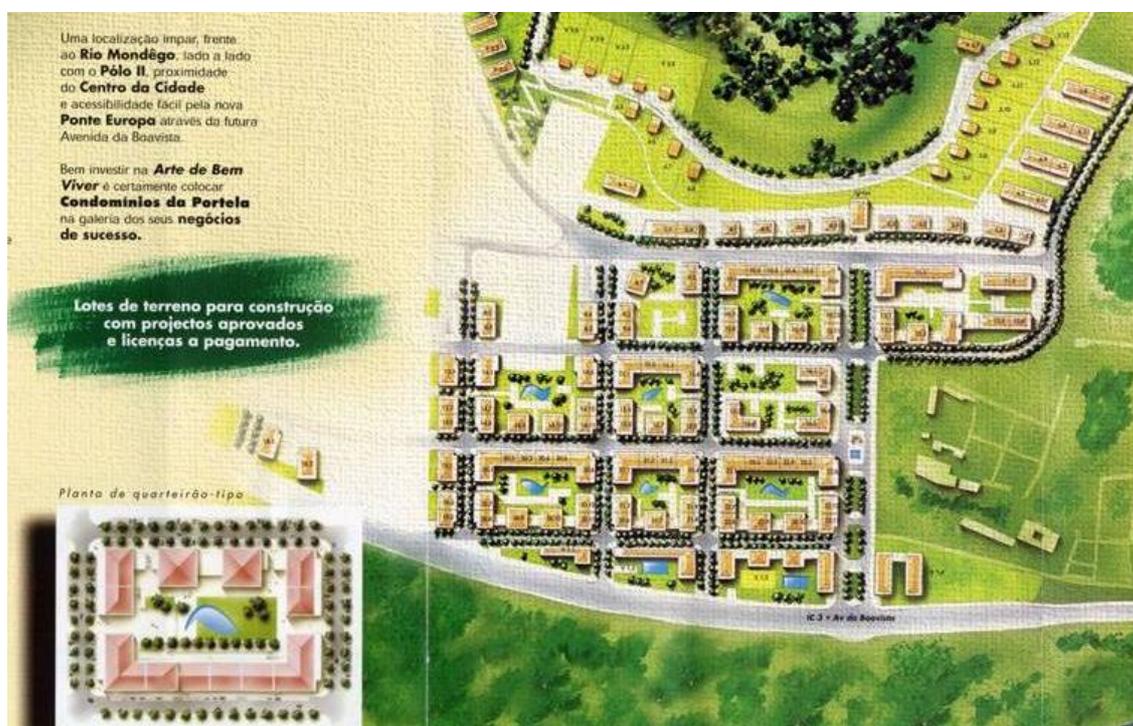


Fig. 30: Publicidade da Urbanização da Quinta da Portela
Fonte: Diário de Coimbra publicado no dia 3 de Outubro de 2004

Em síntese, o caso de estudo apresenta-se como uma área residencial, segundo os Censos 2001, aproximadamente, 90% dos edifícios são exclusiva/principalmente residenciais. Numa perspectiva de classes sociais surge como uma área heterogénea, uma vez que é possível encontrar tanto os condomínios dirigidos a classes mais privilegiadas, como também é possível encontrar bairros sociais, o que vai influenciar o nível de vulnerabilidade ao risco.

No caso de estudo também se localizam dois importantes equipamentos, os HUC e o Pólo II da UC, constituem dois pontos vulneráveis com grande relevância, pelas razões já expostas.

Nesta breve caracterização dos lugares urbanos do caso de estudo também surge como evidente a mistura entre o espaço rural e urbano. Na área envolvente dos HUC é possível encontrar lugares como o Rego do Bonfim. Quando o Pólo II da UC foi edificado na zona sul do caso de estudo apenas se encontrava lá um povoamento de características rurais, de génese ilegal.



Fig. 31: Contraste entre uma área rural e os Serviços Administrativos da FCTUC (obra do Arqt.º Aires Mateus)

A figura constitui um exemplo do resultado deste tipo de urbanização em que se observa uma obra do Arqt.º Aires Mateus, onde se encontram instalados os serviços administrativos da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, ao lado de um espaço de características rurais.

No presente contexto, surge a questão de como a heterogeneidade observada no caso de estudo vai influenciar o resultado final da equação de avaliação do Risco.

Até à presente fase a análise focou-se apenas na ocupação humana do caso de estudo. No entanto, o resultado final da equação final de avaliação do Risco não depende somente das condições humanas do território. Por conseguinte, a próxima fase centrar-se-á na caracterização física do caso de estudo.

VI.2.2 Caracterização física

Numa primeira abordagem a caracterização física do caso de estudo centrar-se-á em duas características fundamentais: a geologia e os declives. Para além destas, outras características físicas do território poderão vir a ser aprofundadas, assim o desenvolvimento do trabalho o exija.

Geologia

No presente contexto, as características geológicas do território assumem importância uma vez que, por exemplo, no caso das inundações o grau de permeabilidade das rochas terá importância na dimensão que determinado fenómeno hidrológico pode atingir. Pode-se ainda apontar o caso dos movimentos em massa nas vertentes em que características como o grau de fracturação ou a dureza das rochas desempenham um papel determinante na probabilidade de ocorrência deste tipo de fenómeno.

A área em estudo encontra-se no confronto dos metamorfitos precâmbrios do Maciço Hespérico e as unidades gresosas e calcárias da Orla Meso – cenozóica Ocidental. Enquanto que o Maciço Hespérico é o domínio de "rochas duras", onde a ocorrência e circulação da água se encontra relacionada com as fracturas, superfícies de diaclasamento ou de xistosidade, quando a rocha se apresenta sã, a Orla Meso - cenozóica é um domínio com grande espessura de sedimentos, de geomorfologia suave, com colinas calcárias e vales amplos, pouco profundos e com aluvionamento significativo. É de assinalar na Orla Meso - cenozóica a abundância de carbonatos, os arenitos e os argilitos e, na cobertura quaternária ou plio-quaternária, os materiais arenosos desagregados que propiciam uma fácil infiltração da água das chuvas (Almeida *et al*, 1999).

No caso em estudo 55% da área é geologicamente constituído por conglomerados, arenitos e pelitos vermelhos a esbranquiçados, os quais correspondem, essencialmente, a depósitos detríticos terrígenos (conglomerados, arenitos e argilitos) e depósitos de origem química de cor vermelha na base e de cor claro no topo conhecidos por Grés de Silves. Trata-se de uma formação geológica com características geodinâmicas desfavoráveis e onde são registados episódios de instabilidade de vertentes.

Tabela 11: Características litológicas do caso de estudo

Designação	Área (ha)	%
Conglomerados, arenitos e pelitos vermelhos a esbranquiçados	658,0	55,1
Subconjunto de unidades do Pliocénico superior/Quaternário	256,6	21,5
Dolomias e calcários	148,5	12,4
Pelitos cinzentos e dolomias impuras	74,5	6,2
Unidade Xisto-grauvacóide	53,1	4,4
Calcários margosos e margas	3,2	0,3

Para além disso, 22% da área do caso de estudo é ocupado pelo **subconjunto de unidades do Pliocénico superior/Quaternário**, que consistem, essencialmente, em rochas gresosas móveis.

Em termos genéricos estas unidades apresentam características geomecânicas favoráveis, com comportamento razoável em fundação e escavação, exceção feita aos termos granulometricamente mais finos. Localmente são observáveis movimentos de instabilidade sob a forma de deslizamentos, desprendimentos ou fluxos, nomeadamente associados à fracturação (Tavares, 1999).

No que diz respeito aos **calcários e dolomias** que se podem observar em lugares como a Conchada, é de notar que a passagem da rocha ao solo residual processa-se, na generalidade das situações, de um modo súbito e materializa-se frequentemente pela formação de um resíduo insolúvel com tonalidades castanho - avermelhadas, designado por terra rossa (Saraiva, 1995). São várias as teorias que pretendem explicar o processo de formação, uma delas é o processo de descalcificação dos calcários, causado pelo ataque químico aos carbonatos. A coloração avermelhada deve-se à presença de argilas com óxidos de ferro, é de notar a capacidade destas para armazenar água e o seu papel fundamental em movimentos como os deslizamentos.

As rochas predominantemente xistosas dão normalmente origem a perfis de alteração de natureza pelítica, caracterizados por uma fina mas densa e abundante matriz, geralmente argilosa, com forte capacidade de absorção e retenção de água (Santos, 2002), o que, se por um lado, pode constituir um factor atenuador em termos de cheias, pode contribuir para a ocorrência de deslizamentos. No entanto, para a ocorrência de deslizamentos é necessário a conjugação de outros factores, como a disposição dos planos de xistosidade

em relação ao plano da vertente, a exposição solar da vertente a Norte poderá torná-la mais favorável à ocorrência de movimentos de massa.

No que concerne aos **pelitos e dolomias**, é de salientar que esta unidade apresenta características geodinâmicas desfavoráveis e comportamento mau em fundação e escavação. Observam-se movimentos de instabilidade sob a forma de deslizamentos (localmente profundos), fluxos e reptação (A. Tavares, 2003). Neste sentido, de um modo geral, a geologia do caso de estudo apresenta condições favoráveis à ocorrência de processos de instabilidade das vertentes.

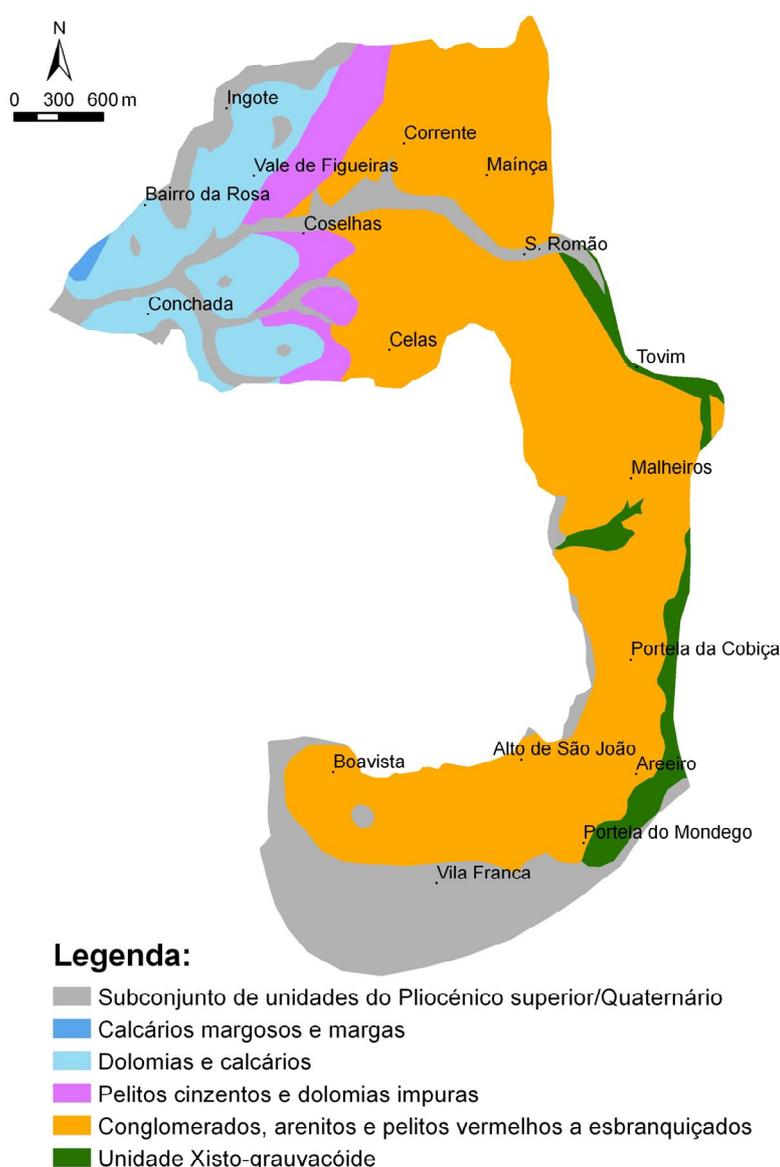


Fig. 32: Geologia do Caso de Estudo
Fonte: CMC (2008)

Declives

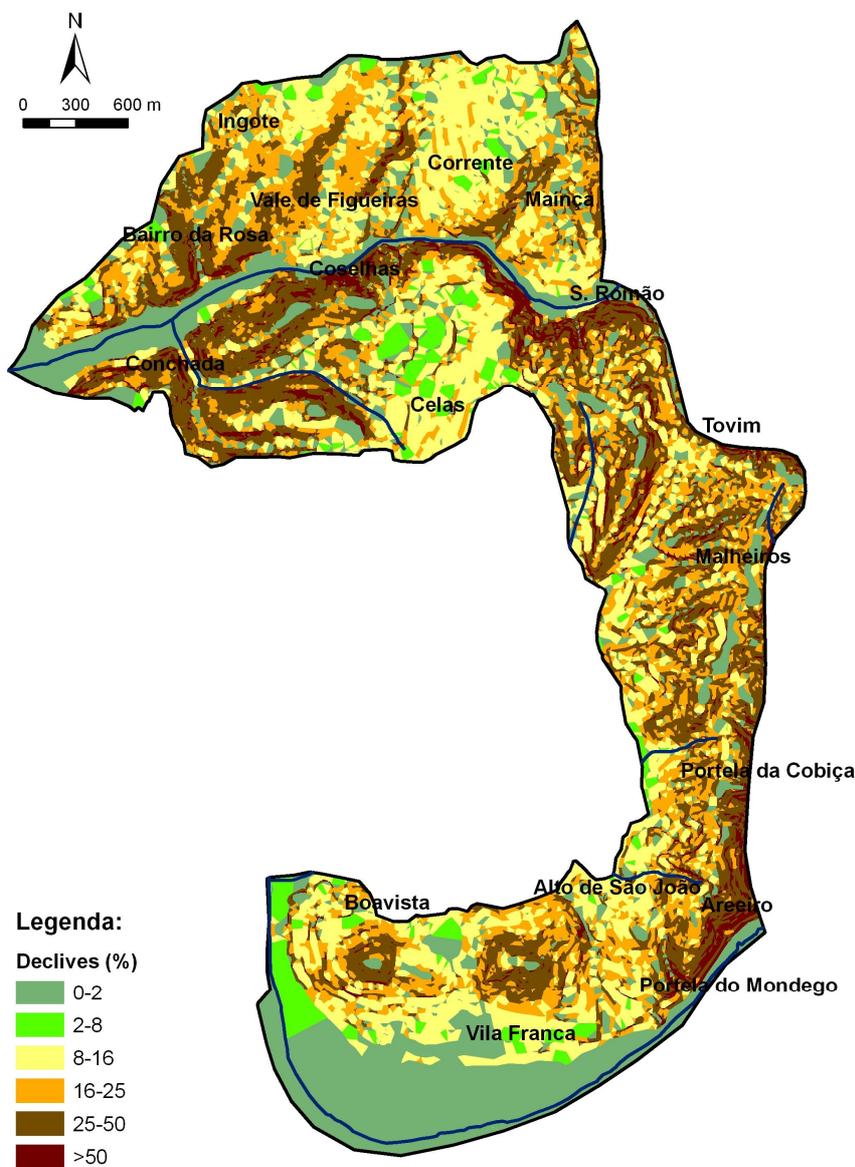


Fig. 33: Carta de Declives

Os declives desempenham um papel importante em vários tipos de perigosidades, como nas inundações, nos movimentos de massa, nos incêndios florestais. No entanto, enquanto que nas inundações quanto menor o declive maior o nível de perigosidade, no caso dos movimentos de massa quanto menor for o declive menor será também o nível de perigosidade. No caso dos incêndios florestais quanto maior for o declive maior será também a velocidade de propagação das chamas.

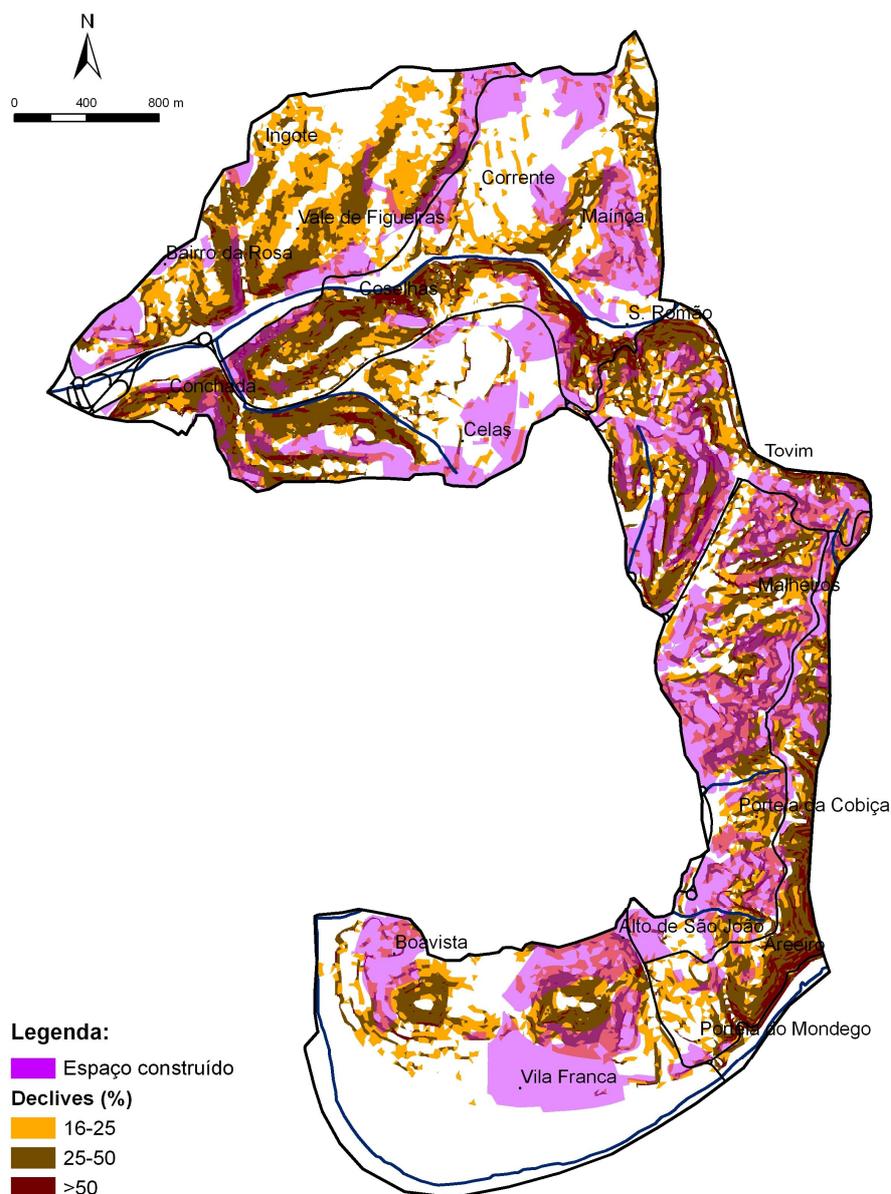


Fig. 34: Áreas de maior declive e espaço construído

Em termos de análise dos declives, considera-se um dos aspectos fulcrais a análise da sua relação com a ocupação antrópica. Note-se que até pode ser possível encontrar áreas com um declive na ordem dos 60% e isso não ser relevante, se, por exemplo, a área se encontrar desocupada.

Sidónio Pardal (1988) considera áreas com declives superiores a 16% como críticas, em termos de ocupação humana, sendo assinalar que 48% da área em análise apresenta declives superiores a esse valor.

Alexandre Tavares (1990) classifica áreas com declives superiores a 25% como críticas, na medida em que considera este valor como o limite de erosão que uma vez ultrapassado, desencadeia processos generalizados de erosão ravinante.

Perante estes valores considerou-se pertinente sobrepor as áreas com declives superiores a 16% com os espaços urbanos. Numa primeira abordagem o caso de estudo apresenta-se como algo problemático em termos de ocupação humana, verifica-se que 45% do espaço urbanizado se encontra localizado em espaços com declives superiores a 16%. Contudo, no que concerne a valores de declive mais baixo a situação não se apresenta tão preocupante, sendo que apenas 16% do espaço urbano se encontra localizado em áreas com declives inferiores a 2%, um valor crítico em termos de risco de inundação.

A zona mais a Este surge como uma das zonas mais críticas, na medida em que para além de ser possível observar zonas urbanas em áreas com declives superiores a 25%, trata-se de uma área que, como se verificou anteriormente, possui uma elevada capacidade construtiva disponível.

Capítulo VII. Expansão urbana e qual Risco Natural?

Susceptibilidade a incêndios florestais

Susceptibilidade a inundações

Susceptibilidade a movimentos de massa

Expansão urbana e qual Risco Natural? - síntese

Uma vez delimitada e caracterizada a área de estudo, coloca-se a questão: Expansão urbana e qual Risco Natural?

Neste sentido, procurar-se-á seleccionar a perigosidade mais relevante no caso do estudo e aos objectivos previamente definidos. Note-se que a definição do tipo de Risco passa pela definição da perigosidade, uma vez que esta constitui a fonte do Risco.

O conceito de perigosidade é entendido como uma complexa rede de condicionantes físicas²⁸ de um determinado espaço que interagem com a realidade cultural, política e económica da sociedade.

A metodologia de selecção consistirá numa visão geral dos diferentes tipos de perigosidade que afectam a área em estudo, que, com base numa leitura dos vários instrumentos municipais de ordenamento do território²⁹ de Coimbra, se verificou ser: incêndio florestal, inundação, movimentos de massa.

VII.1 Susceptibilidade a incêndios florestais

A floresta ocupa 22% da área de estudo, pelo que pode parecer uma percentagem irrelevante, contudo, são mais do que conhecidas as consequências ambientais, sociais e económicas dos incêndios florestais, que chegam a provocar a perda de vidas humanas. No presente caso a questão assume contornos preocupantes, na medida em que a área seleccionada apresenta-se como uma área de interface urbano-rural, o que tem consequências como a existência de uma grande proximidade entre as casas e a floresta.

²⁸ Podem ser apontadas como exemplos, de condicionantes físicas a geologia, geomorfologia, clima, ocupação do solo.

²⁹ Pode-se apontar, como exemplo, dos instrumentos de ordenamento do território consultados a *Proposta de Revisão do PDM de Coimbra*, nomeadamente o capítulo relativo à *Estrutura Ecológica Municipal*, e o *Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios de Coimbra*

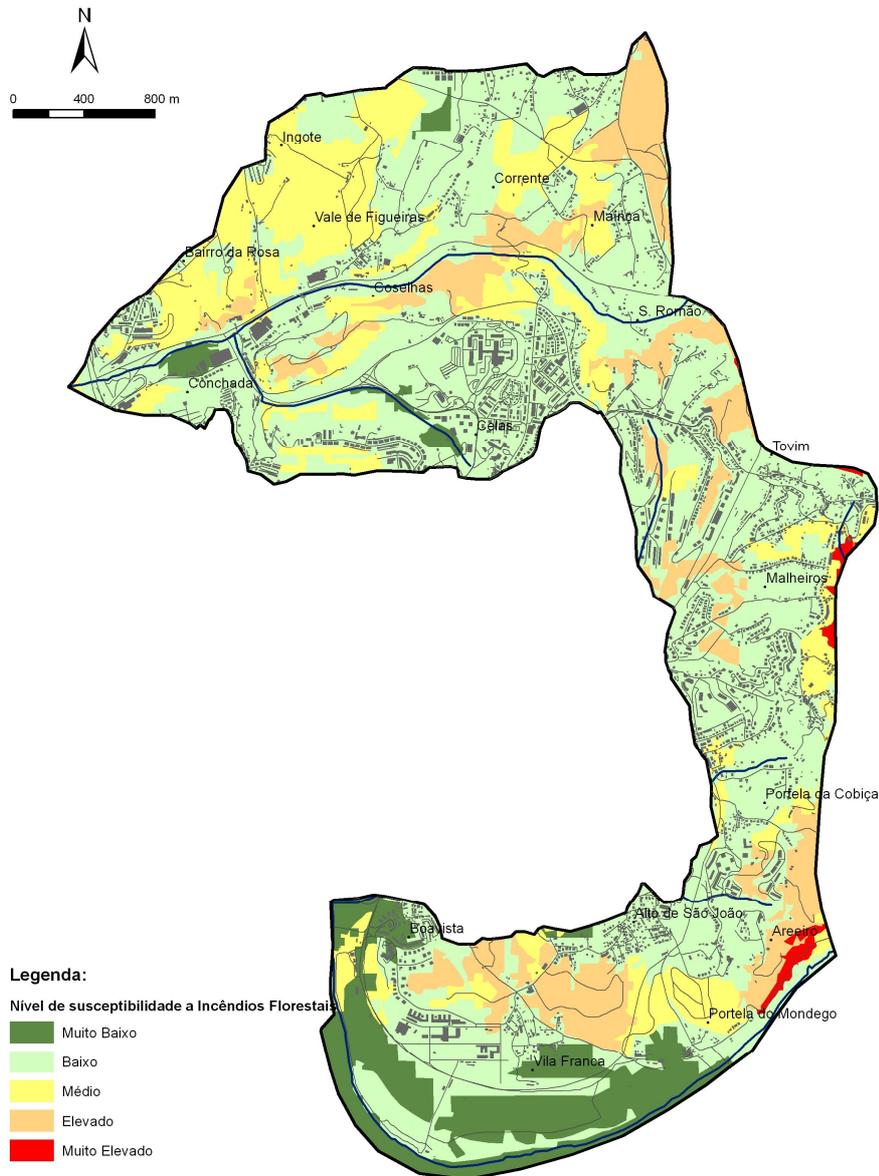


Fig. 35: Nível de susceptibilidade a incêndios florestais

Fonte: Cunha *et al*, 2006

No caso de estudo, 69% da sua área apresenta um nível de susceptibilidade muito baixo ou baixo. As áreas com um nível de susceptibilidade incêndio muito elevado não chegam a representar sequer 1% e as áreas com um nível de susceptibilidade elevado ficam-se apenas pelos 12%.

Verifica-se que a susceptibilidade ao risco de incêndio não apresenta uma expressividade quantitativa relevante no caso em análise.

Por consequência, não se assoma como uma opção que valha a pena ser aprofundada.

VII.2 Susceptibilidade a inundações

A UNESCO define o conceito de inundação como a submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água ou acumulação de água proveniente de drenagens, em zonas que normalmente não se encontram submersas³⁰.

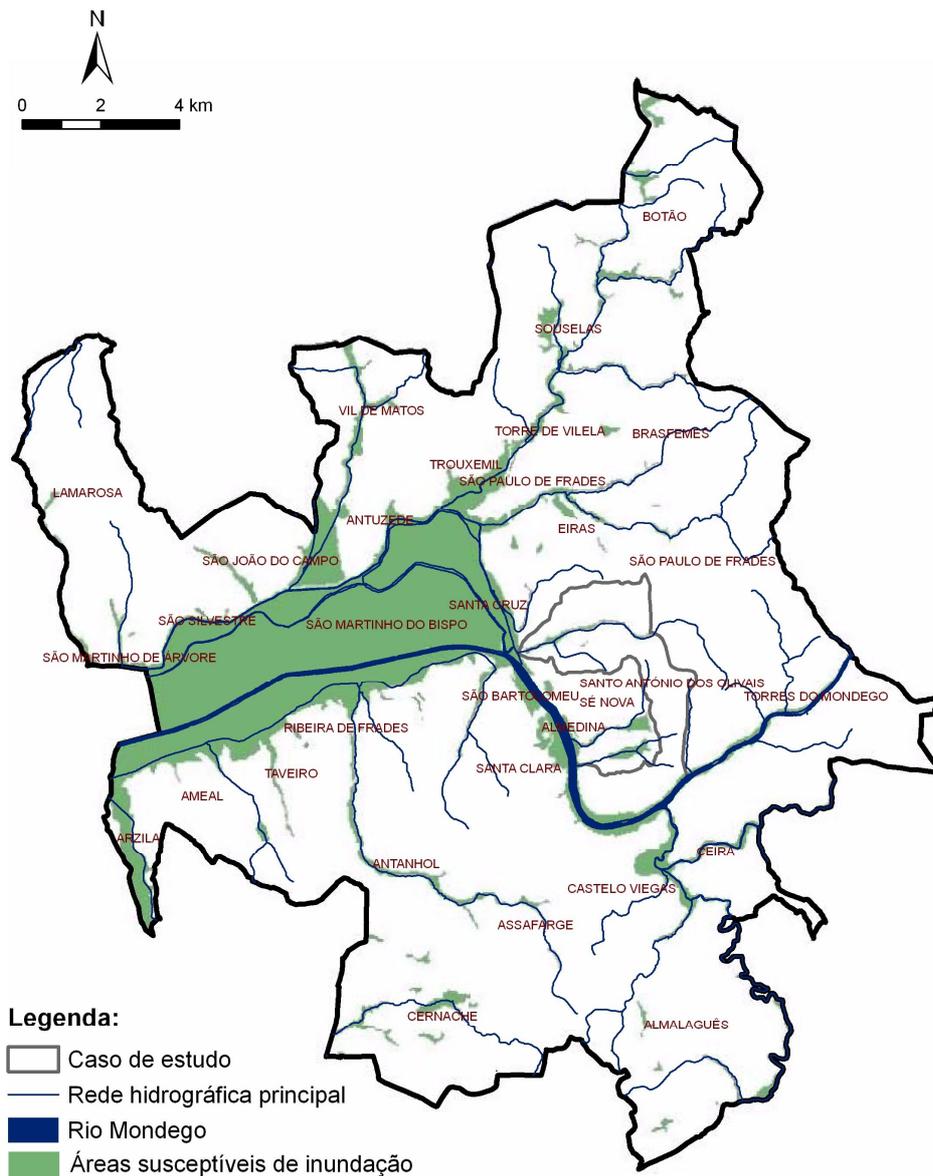


Fig. 36: Nível de susceptibilidade a inundações
Fonte: CMC (2006)

³⁰ **Fonte:** <http://www.cig.ensmp.fr/~hubert/glu/HINDPT.HTM>

A partir da década de 1980 regista-se uma profunda alteração na ocupação antrópica do município com o alargamento da área urbana, traduzida, nomeadamente, no aumento das áreas impermeabilizadas, na alteração ou remoção da cobertura vegetal, na ocupação de zonas inundáveis ou na elevação topográfica dessas zonas (A. Tavares, 2004). Contudo, na análise da figura 36, verifica-se que a susceptibilidade a inundações no caso de estudo não é relevante, apenas é identificada uma área imediatamente contígua à Ribeira de Coselhas e outra localizada na zona Sul do caso de estudo justificada pela proximidade ao Rio Mondego.

Com base nos dados analisados verifica-se não ser pertinente no caso de estudo aprofundar o nível de susceptibilidade a inundações.

VII.3 Susceptibilidade a movimentos de massa

Tal como sucedeu em relação às inundações, a fonte cartográfica usada para avaliar a susceptibilidade a movimentos de massa é proveniente do texto relativo à estrutura ecológica municipal elaborado no âmbito da revisão do PDM de Coimbra, no qual não é feita a distinção entre os vários movimentos de massa.

Por conseguinte, o conceito de movimentos de massa será entendido como a deslocação de materiais numa vertente, independentemente da sua velocidade.

Na análise dos dados, verifica-se que 20% da área do caso de estudo apresenta uma elevada susceptibilidade geomorfológica.

A presente análise pode ser abordada por duas perspectivas. Por um lado existem espaços como o Areeiro que, embora apresentem susceptibilidade a movimentos de massa, não são considerados problemáticos uma vez que não se encontram urbanizadas e dificilmente o serão, na medida em que não se encontram classificadas pelo PDM como Zonas Residenciais. Por outro lado, observam-se lugares como o Tovim, que apresentam susceptibilidade a movimentos de massa, que se encontram urbanizados e onde, segundo o zonamento do PDM, é possível construir mais alojamentos.

VII.4 Expansão urbana e qual Risco Natural? – Síntese

Após analisadas várias possibilidades de perigosidade considera-se como a melhor opção o estudo dos riscos geomorfológicos. A susceptibilidade aos riscos geomorfológicos é a perigosidade que apresenta maior expressividade em termos espaciais e suscita mais problemas em termos de dinâmica urbana, alguns dos quais já referidos. Para além disso, os riscos geomorfológicos constituem um exemplo interessante da interacção entre o sistema humano e o sistema físico. São várias as situações em que a vertente se encontra em equilíbrio e é a acção humana que vai quebrá-lo. Por outro lado, para que determinado movimento de massa ocorra, é necessário que o espaço físico possua um conjunto de características favoráveis. Pode-se apontar que é maior a probabilidade de um movimento de massa ocorrer numa vertente com um declive na ordem dos 40% do que numa vertente com um declive na ordem dos 10%.

Para além disso, são vários os prejuízos que um movimento de massa pode causar como destruição de vias de tráfego, de habitações e até mesmo perdas de vidas humanas.

Capítulo VIII. Os Riscos Geomorfológicos na área em estudo

No âmbito dos Riscos Geomorfológicos é possível distinguir vários tipos de movimentos de massa, pode-se apontar os desabamentos, deslizamentos (existindo a distinção entre deslizamentos translacionais e rotacionais), *creeping* e subsidências. No entanto, na análise de legislação, como o Decreto-Lei n.º 166/2008 de 22 de Agosto (que estabelece o regime jurídico da Reserva Ecológica Nacional) ou de planos de ordenamento do território como o PDM de Coimbra, verifica-se que não é tida em conta a distinção entre os diferentes tipos de movimentos de massa.

Como já foi referido, uma das linhas orientadoras do presente trabalho consiste na promoção de uma abordagem integrada entre o risco e o planeamento do território. Deste modo, à semelhança do observado nos instrumentos de planeamento, também no presente trabalho continuará a ser adoptada a expressão de movimentos de massa

VIII.1 Histórico de movimentos de massa

A primeira fase deste novo capítulo será a análise do histórico em termos de movimentos de massa. Considera-se um elemento de análise relevante, na medida em que constitui um indicador da importância que este risco assume no caso de estudo, **em termos de frequência e de danos causados**.

Embora o histórico de movimentos de massa constitua um indicador do tipo de condições em que este tipo de fenómeno pode ocorrer, não será incluído na equação de avaliação do risco, uma vez que não constitui uma condicionante física como, por exemplo, os declives. O facto de ter ocorrido um deslizamento num determinado espaço não significa que tal se irá repetir, pode ter constituído o resultado de um conjunto de circunstâncias muito específicas num determinado momento.

VIII.1.1 Metodologia

O período de análise está compreendido entre 1975-2005, tendo-se considerado trinta anos como um período temporal adequado. Note-se que as Normais Climatológicas também abrangem um período de trinta anos. O referido exemplo surge como pertinente, devido à relação existente entre precipitação e movimentos de massa.

Alexandre Tavares (2004) aponta a precipitação como o factor principal que desencadeia a instabilidade e favorece a reactivação dos movimentos de massa. Já em 1985 Paolo Canuti afirmava que, independentemente de outros mecanismos, os fenómenos gravitacionais coincidiam com acontecimentos meteorológicos relevantes. Para além de Canuti (1985), vários outros autores como Corominas e Moya (1999), Bell e Maud (2000), Zêzere (2008) têm procurado estabelecer relações entre os valores de precipitação e os movimentos de massa. Trata-se de uma questão que pode ser abordada por várias perspectivas e Canuti (1985) foi o autor cuja área de análise, Piastre em Itália, apresentava maiores semelhanças, em termos geológicos, com o presente caso de estudo. Este autor aponta como quantidade mínima de precipitação necessária, para o desencadear de um movimento de massa, um valor na ordem dos 100mm durante um período de 1 a 3 dias.

Procurando precaver eventuais diferenças entre a área estudada por Canuti e o presente caso de estudo, fez-se a selecção de todos os dias cuja precipitação excedeu os 10mm, no período entre 1975 e 2005,

A fonte dos dados meteorológicos foi o Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra (IGUC), localizada, desde 1864, na Av. Dias da Silva, a poucos metros de distância da área de estudo, como se pode verificar na figura.

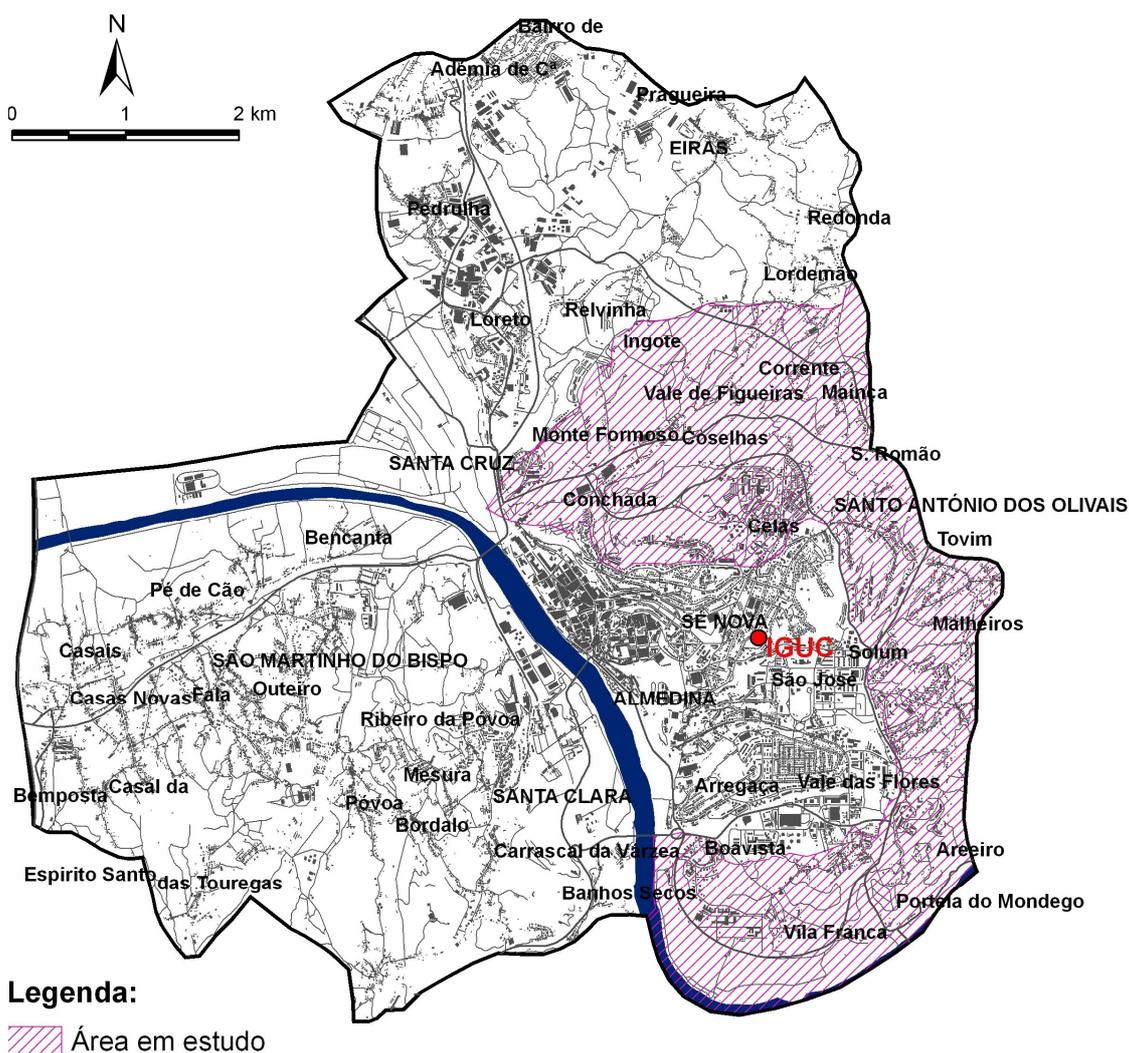


Fig. 38: Localização do IGUC

Recolhidos os dias com precipitação superior a 10mm, levou-se a cabo uma recolha no Diário de Coimbra, não só no jornal do dia seguinte em que foi registado uma precipitação superior a 10mm, mas também dos dez dias posteriores a esse episódio.

Note-se que o movimento de materiais nem sempre ocorre no dia em que é registada maior pluviosidade, há processos como seja o de acumulação de água na vertente que vai exercendo pressão e pode acontecer de não ceder de imediato, mas ceder nos dias seguintes.

A recolha efectuada no Diário de Coimbra foi complementada com dados fornecidos pelo Instituto de Estradas de Portugal (IEP) e pela Câmara Municipal de Coimbra. Note-se que quando uma via é interrompida devido à ocorrência de um movimento de massa é necessário que entidades, como o IEP, mobilize meios para que a estrada afectada fique novamente transitável. Existem situações em que os danos são significativos ao ponto de ser necessário adjudicar a sua reparação a entidades externas. No caso de estudo foram registados, no período 1975-2005, aproximadamente, 30 movimentos de materiais de vertente relevantes ao ponto de constituírem objecto de notícia. Note-se que mesmo que fosse possível, em termos de meios financeiros e tempo, cartografar todos os movimentos de massa desde os mais pequenos até aos mais relevantes. **No entanto, surge a questão de qual o sentido de ter em conta os movimentos de massa com um impacto que não afecta o normal funcionamento do sistema socio-económico.** Pode-se apontar o caso de qual a relevância de cartografar um movimento de massa de pequena dimensão numa zona florestal, onde, não seja mais pela ausência de indivíduos residentes, os níveis de vulnerabilidade são muito baixos. Na observação da figura verifica-se uma coincidência entre o espaço urbano e os pontos, no entanto, isso pode dever-se ao facto de um movimento que tenha lugar num baldio não ser considerado motivo de notícia. Apesar de não se incluir no âmbito do presente trabalho, não se pode deixar de notar que constitui um dado interessante em termos do valor do Risco na sociedade.

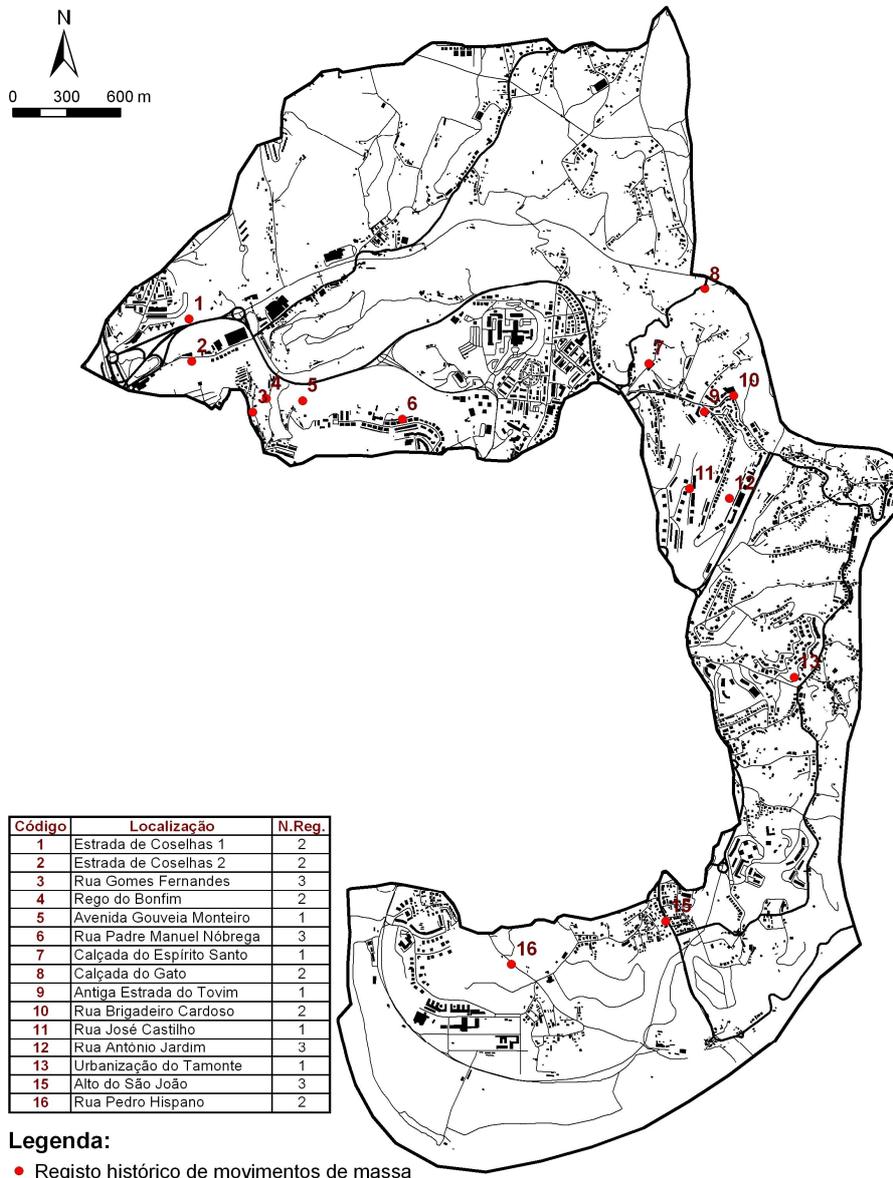


Fig. 39: Registo histórico de movimentos de massa

Na figura observa-se uma concentração de pontos na zona Norte, nomeadamente na Conchada, que se prolonga até ao Tovim, verificando-se uma coincidência com áreas com declives superiores a 25%. No que diz respeito aos outros factores condicionantes é mais complexo o estabelecimento de ligações uma vez que, por exemplo, no caso da geologia, de um modo geral toda a área apresenta condições favoráveis à ocorrência de movimentos de massa. Numa primeira abordagem, poder-se-ia afirmar que os declives desempenharam um papel determinante na ocorrência de movimentos de massa entre

1975 e 2005. No entanto, é possível observar zonas com declives superiores a 25%, como o Areeiro e a Mainça onde não foram registados movimentos de massa.

VIII.1.2 Movimentos de massa e precipitação

O método de selecção da recolha no Diário de Coimbra teve como premissa base os dias com mais de 10mm de precipitação assim como os dez dias posteriores a esse episódio. Considera-se como pertinente a apresentação dos resultados da recolha efectuada a fim de aferir o papel desempenhado pela precipitação na ocorrência de movimentos de massa no caso de estudo. Pretende-se também confirmar se na área em estudo o valor de 10mm é um valor inferior àquele que é necessário para o desencadeamento deste tipo de fenómeno.

Tabela 12: Ocorrência de movimentos de massa e precipitação registada

Data	Localização	Precipitação nos 10 dias posteriores	
		Períodos	P (mm)
06-02-1977	Calçada do Gato (São Romão)	1-4 de Dezembro	67,8
12-12-1978	Rua Brigadeiro Cardoso	2-3 de Dezembro	44,1
		7-9 de Dezembro	50,4
15-02-1979	Bairro da Conchada	4-7 de Fevereiro	107,6
	Tovim	9-13 de Fevereiro	110,7
	Lomba do Chão do Bispo		
07-10-1980	Estrada de Coselhas	6 de Outubro	23,6
22-12-1989	Tovim	13 de Dezembro	27
		18 de Dezembro	11,8
	Rocha Nova	21 de Dezembro	69,8
08-03-1991	Estrada de Lordemão	7 de Março	79,4
	Alameda da Conchada		
09-01-1994	Bairro de Monte Formoso	4 de Janeiro	14,8
		6-7 de Janeiro	60,7
21-01-1995	Rua Guilherme Fernandes	18 de Janeiro	23,3
25-10-1999	Alto do São João	24-25 de Novembro	47
30-12-1999	Rua Machado de Castro	26-29 de Dezembro	54,6
29-12-2000	Rua António Jardim	25-28 de Dezembro	63,9

Data	Localização	Precipitação nos 10 dias posteriores	
		Períodos	P (mm)
03-01-2001	Rego do Bonfim - Vila Preciosa	1-2 de Janeiro	31,5
	Urbanização do Tamonte		
06-01-2001	Alto do São João 1	4-5 de Janeiro	43,3
	Alto do São João 2		
25-01-2001	Rua Pedro Hispano	23-24 de Janeiro	55
27-01-2001	S. Romão	23-26 de Janeiro	98,6
07-02-2001	Rua José Castilho	6 de Fevereiro	30,4
08-02-2001	Estrada de Coselhas	6-7 de Fevereiro	65
03-03-2001	Rua Padre Manuel Nóbrega	2 de Março	25,4
	Rua Gomes Fernandes (Conchada)		
	Estrada de Coselhas		
	Estrada da Madalena (Coselhas)		
	Calçada do Espírito Santo		
11-03-2001	Rua Padre Manuel Nóbrega	8-10 de Março	51,5
19-03-2001	Estrada do Rego do Bonfim	8-10 de Março	51,5
	Rua Pedro Hispano	17 de Março	18,1
15-05-2001	Avenida Gouveia Monteiro	10 de Maio	12,6
		13 de Maio	17
24-10-2002	Rua Gomes Fernandes (Conchada)	16-17 de Outubro	26
		22 de Outubro	19,5
26-11-2002	Rua António Jardim	17-19 de Novembro	13,9
		21 de Novembro	27,3
		23 de Novembro	10,8
		25 de Novembro	14,3
04-01-2003	Antiga Estrada do Tovim	1 de Janeiro	15,1
		3 de Janeiro	68,1
08-01-2003	Ladeira do Baptista	6-7 de Janeiro	43
16-11-2003	Lordemão	15 de Novembro	38,6
	Coselhas		

Na análise da tabela verifica-se que ao contrário do caso estudado por Canuti (1985), no presente caso os valores de precipitação coincidentes com os dias de ocorrência de movimentos de massa foram, na maior parte dos casos, inferiores a 100mm. Aliás, em

termos de valores médios de precipitação registados nos dias dos movimentos de massa, assim como nos dez dias posteriores, foi na ordem dos 68mm. Caso dos valores de precipitação se encontrassem muito próximo dos 10mm, isso significaria que teria de ser levada a cabo uma nova recolha, com um valor de referência inferior a 10mm.

Os dados apresentados na tabela deverão ser analisados tendo em conta as Normais Climatológicas, a fim de aferir que valores de pluviosidade podem ser considerados acima do normal.

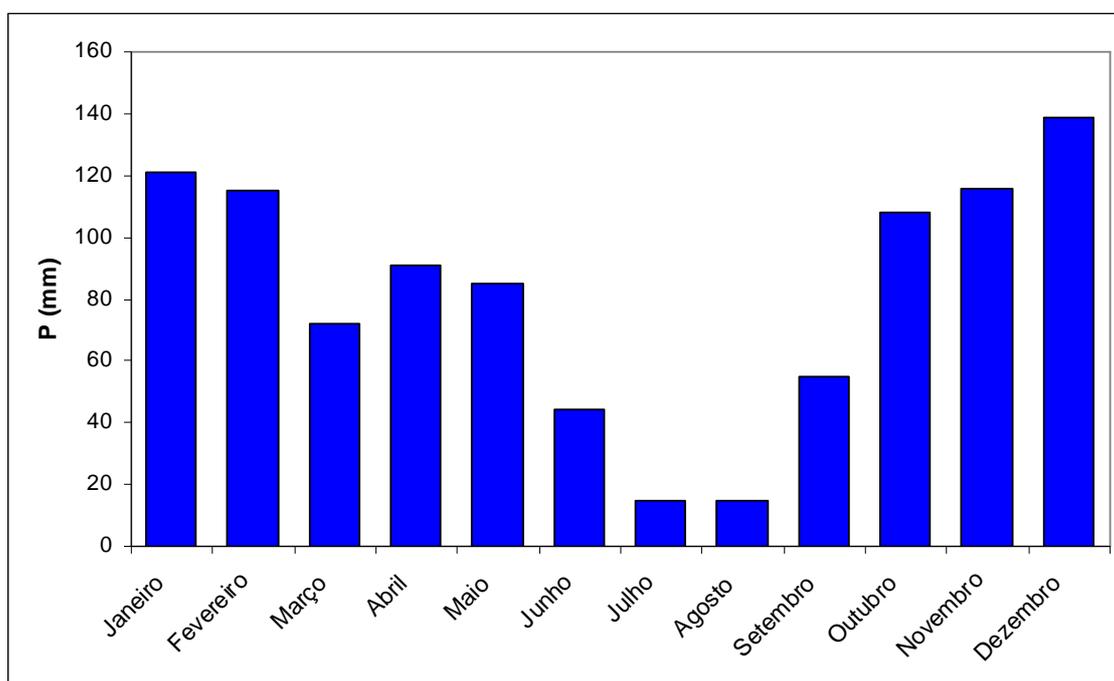


Gráfico 1: Precipitação Mensal - Normais Climatológicas 1971/2000

Na análise das Normais Climatológicas 1971 – 2000, publicadas pelo Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra, verifica-se que a precipitação se concentra, essencialmente, entre os meses de Outubro e Fevereiro, o que pode justificar que uma elevada percentagem dos movimentos de massa registados coincida com este período. Aliás, somente nos referidos meses a precipitação ultrapassa os 100mm.

Na comparação dos valores de precipitação registados em alturas da ocorrência de movimentos de massa verifica-se que existem casos em que chove num período de 3 a 4 dias o que é normal chover num mês.

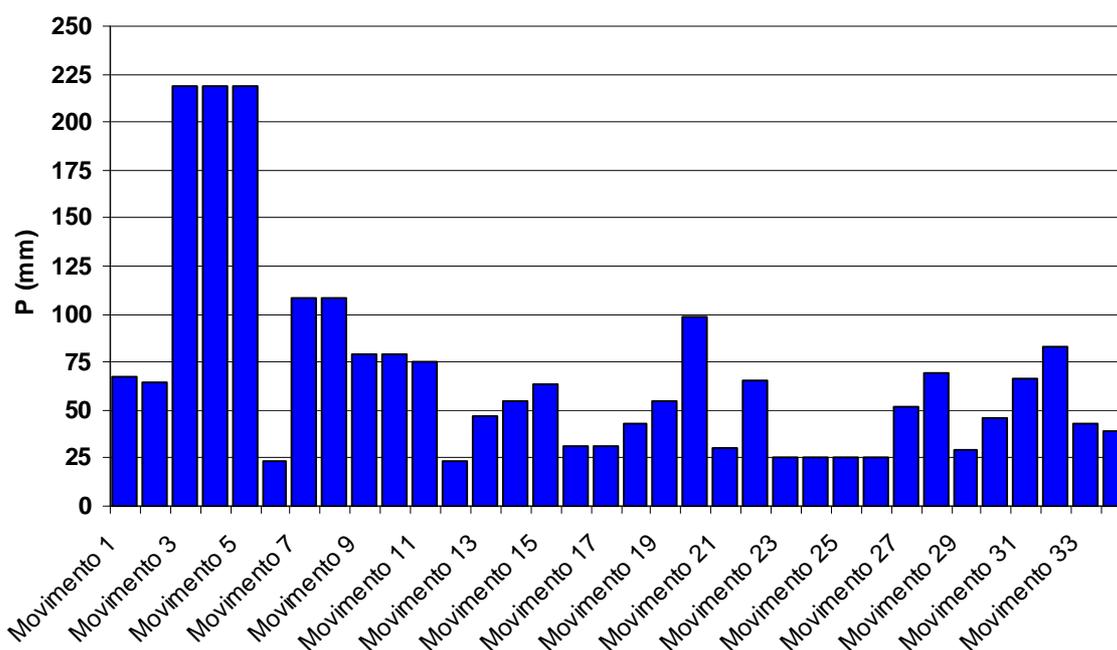


Gráfico 2: Movimentos de massa e precipitação superior a 10mm num conjunto de 10 dias

Na análise do gráfico 2 verifica-se que em cinco casos o limite dos 100mm foi ultrapassado, sendo que, desses cinco, apenas três casos apresentam valores superiores a 200mm. Note-se que segundo as Normais Climatológicas 1971/2000 verifica-se que em nenhum dos doze meses do ano a precipitação chega a atingir os 200mm.

Considera-se importante salientar a disparidade entre os dados que é possível observar no gráfico 2 e que é confirmado na avaliação dos dados que apresentam uma média de 68mm e o desvio padrão na ordem dos 51mm.

Tal disparidade dos dados, que se pode observar no gráfico, poderá constituir um indicador que, embora a precipitação seja um factor relevante, existem outros factores (como os factores geológicos, o uso do solo, a construção de uma via de tráfego, escavações em taludes) que podem ser determinantes na ocorrência de um movimento de massa. Aliás, no período entre 1975 e 2005 foram observados casos em que os valores de precipitação foram semelhantes aos apresentados no gráfico 2 e não foi registado qualquer movimento de massa.

Neste contexto, não se considera de mais assinalar que o caso de estudo é uma área dinâmica sob o ponto de vista urbano e, por conseguinte, a ocorrência de movimentos de massa não depende somente de factores naturais.

VIII.1.3 Movimentos de massa e danos causados

Nesta primeira abordagem um outro elemento considerado relevante é as consequências directas dos movimentos de massa registados.

Tabela 13: Registo de movimentos de massa e suas consequências

Consequências dos movimentos de massa	N.º de ocorrências	Ocorrências (%)
Trânsito condicionado	16	50
Danificação/Destruição de construções	8	25
Danificação/Destruição de viaturas	8	25

Na análise da tabela verifica-se que em 50% dos casos as consequências consistiram no condicionamento do trânsito. Para além disso, em 25% dos casos foi registado danificação de vias e edifícios. No período 1975-2005 as consequências directas foram essencialmente de ordem económica. Note-se que, num universo de mais de 30 casos, em apenas um caso foram registados ferimentos numa pessoa, descritos na notícia como ferimentos ligeiros.

Trata-se de um conjunto de consequências que segundo Cooke e Doorkamp (1990) são, de nível 2, numa escala de 0 a 3, que é sinónimo de *perigo baixo para as casas, mas áreas onde podem ter alguns escorregamentos entre as moradias, consequentemente a população pode estar em perigo*.

Por conseguinte, verifica-se, com base na análise do histórico dos movimentos de massa e na bibliografia consultada, que no caso de estudo o risco geomorfológico encontra-se num nível de inaceitabilidade, na medida em que no período 1975-2005 os movimentos de massa provocarem vários danos. Embora o presente estudo não seja de cariz económico, não é possível deixar de notar o facto de, por exemplo, no caso de um edifício ser afectado por um movimento de massa é necessário, entre outras coisas, proceder à evacuação dos seus residentes, encontrar soluções de alojamento para os desalojados, mobilizar recursos financeiros e humanos para efectuar a reparação do prédio.

O conceito de risco aceitável encontra-se intimamente relacionado com a localização da área de maior susceptibilidade de movimento de massa e a sua proximidade a infra-

estruturas, tendo em conta o papel que estas desempenham e o seu tempo de vida operacional (Alleoti, 1999). Note-se que no caso de estudo se encontram localizados bairros sociais, um Hospital e um Pólo Universitário. Constituem dados relevantes em termos de avaliação do nível de aceitabilidade do risco. Para além disso, é uma área dinâmica sob o ponto de vista urbano o que significa que se não forem tomadas as devidas medidas preventivas os níveis de aceitabilidade do risco irão diminuir ainda mais.

É ainda de assinalar o facto dos movimentos de massa não possuírem um volume muito expressivo, o que contribui para que as suas consequências não sejam maiores. Pode-se apontar, como exemplo, o facto de, no período em análise, os movimentos de massa terem causado, por várias vezes, condicionamento no tráfego, mas raramente provocarem destruição da via.

São várias as razões que levam a que o volume de massa envolvido em cada movimento não seja significativo.

Numa perspectiva macro, o clima pode ser apontado como uma das razões que contribui para que o volume de massa envolvido em cada movimento não seja significativo. Note-se que, segundo as Normais Climatológicas de 1971 – 2000, o valor normal de precipitação mensal não ultrapassa os 140mm, um valor não muito significativo quando comparado com os valores de precipitação registados em países de clima tropical.

Um outro aspecto considerado relevante para justificar o facto dos movimentos de massa não possuírem um volume muito expressivo está relacionado com a hipsometria. A maior percentagem dos movimentos de massa registados teve lugar no nível 50-100m. Existe uma relação directa entre a altura da vertente e a distância máxima que os fragmentos de rochas podem atingir, o máximo de energia envolvida no movimento de massa e, por consequência o máximo de danos que podem ser causados (Uribe – Etxbarria, 2005), sendo que mesmo 100m não representa uma cota muito elevada.

O perfil de uma vertente está relacionado com os factores hidrológicos, tais como, conteúdo de água no solo, fluxo convergente/divergente, taxa de erosão/deposição e outros (Moore *et al.*, 1991). No caso de estudo, verifica-se que os movimentos de massa registados tiveram lugar em vertentes côncavas. Aliás, no caso de estudo dominam as vertentes côncavas, encimadas por superfícies de aplanamento cobertas por depósitos do Plio – quaternário (Cunha, 1999). As superfícies de aplanamento funcionam como a

cabeceira dos movimentos de massa que consiste numa área adjacente à parte superior da cicatriz principal, que não é afectada pelo movimento de forma significativa. O facto das vertentes serem côncavas contribui para limitar o movimento de vertente na sua parte superior (IAEG Commission on Landslides, 1990). Aliás, quanto mais concava for a forma da vertente, mais lento será o movimento de massa, menor a energia envolvida e, por conseguinte, menores serão os danos.

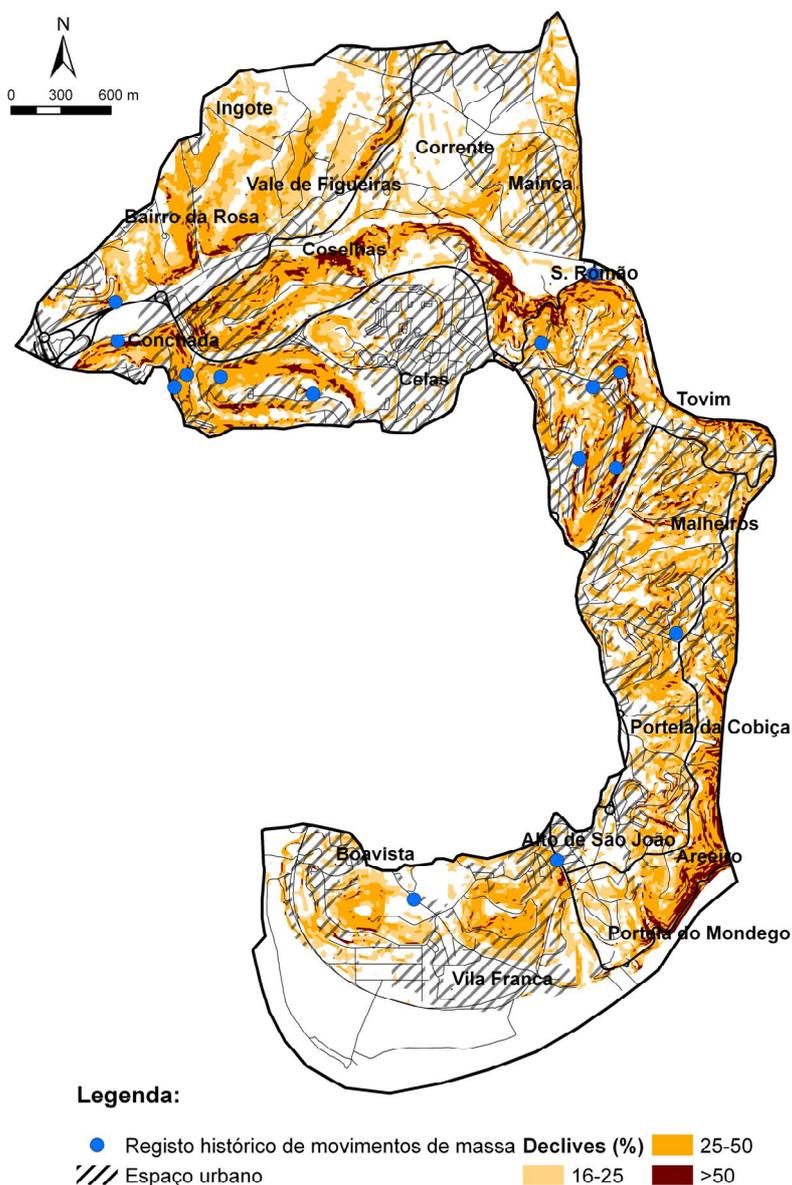


Fig. 40: Relação entre os declives e o espaço urbano

Atendendo a que a maior parte dos movimentos de massa registados tiveram lugar em espaço urbano, considera-se pertinente analisar a relação entre **ocupação urbana e áreas com declives mais elevados**.

Apesar de 45% do espaço urbano se localizar em espaço com declives superiores a 16%, verifica-se que 21% se localiza em áreas com declives superiores a 25%, e apenas 2% coincide com áreas com declives superiores a 50%.

Em síntese, verifica-se que na área em estudo existe uma percentagem significativa, 45%, do espaço urbano coincide com declives elevados, no entanto, nesse espaço apenas uma pequena percentagem coincide com áreas com declives muito elevados. Constitui um aspecto que contribui para entender as razões que levam a que o volume de materiais envolvido em cada movimento seja pouco significativo.

Capítulo IX. Risco Geomorfológico = Perigosidade X Vulnerabilidade?

No capítulo da Introdução verificou-se que o Risco é o resultado da multiplicação da perigosidade pela vulnerabilidade. No presente capítulo o tema já não é o Risco, abordado de um modo geral, mas o Risco Geomorfológico.

Em termos de riscos geomorfológicos, José Luís Zêzere (2003) salienta duas dimensões de análise: o **tempo** e o **espaço**. Decorrente dessas dimensões refere dois conceitos: a susceptibilidade e a perigosidade. O autor define o conceito de **susceptibilidade** como a **probabilidade espacial** de ocorrência de um determinado fenómeno numa dada área com base nos factores condicionantes do terreno, independentemente do seu período de recorrência. Este termo difere do conceito de **Perigosidade** (*P – hazard*) que tem em conta uma **probabilidade espacial e temporal**, ou que abrange apenas a probabilidade temporal.

No que concerne ao modelo de avaliação da perigosidade geomorfológica verifica-se que este tem por base três princípios fundamentais: o passado e o presente são as chaves para o futuro; as principais condições que originam os movimentos de vertente podem ser identificadas; os graus de perigosidade podem ser estimados (Varnes, 1984).

De acordo com o primeiro princípio a instabilidade futura deverá verificar-se sob condições idênticas às que determinaram a instabilidade passada e presente. O segundo princípio refere-se ao facto das principais condições que determinam os movimentos poderem ser identificadas, a partir do estudo de casos pontuais, e depois extrapoladas para áreas mais vastas. O terceiro princípio indica que é possível estimar a significância relativa de cada factor de instabilidade e, deste modo, classificar o perigo, em função da sua distinta incidência no terreno (Zêzere, 2001).

Num contexto de constante mudança surgem dúvidas sobre até que ponto o passado e presente podem ser considerados chaves para o futuro. A dimensão temporal de movimentos de massa como os deslizamentos é calculada com base no princípio que a precipitação (em termos de quantidade – período de tempo) que provocou instabilidade das vertentes no passado, provocará os mesmos efeitos, sempre que tais condições se repitam, isto é, provocará o mesmo tipo de deslizamentos e afectará uma área de

dimensões semelhantes (Zêzere, 2004). No entanto, segundo o IPCC³¹ (2008) as mudanças climáticas desafiam a assumpção tradicional que os episódios hidrológicos passados constituem um bom guia para o futuro. Para além das projecções em termos de possíveis valores de precipitação envolver um elevado grau de incerteza, *o mais provável*³² é as características hidrológicas do futuro serem diferentes das observadas no passado.

Um outro aspecto prende-se com uma urbanização que se processa de um modo cada vez mais difuso, até mesmo, caótico, que contribui para tornar mais difícil estimar a probabilidade temporal de ocorrer um movimento de massa em determinado lugar.

Em vários casos, o desencadear de movimentos de massa encontra-se dependente da acção humana. Como determinar o período de retorno temporal do agente humano voltar a exercer influência sobre determinada vertente?

O facto de nunca ter sido registado nenhum movimento de massa numa determinada área, não significa que a probabilidade disso acontecer não exista. Considera-se que a inclusão da probabilidade temporal na equação de avaliação do Risco pode levar ao descurar dessas áreas.

Pelas razões expostas, considera-se fazer mais sentido a equação de avaliação ser: Risco = Susceptibilidade X Vulnerabilidade e não, como foi referido anteriormente, Risco = Perigosidade X Vulnerabilidade. A tónica deve ser colocada na probabilidade espacial, não incluindo a probabilidade temporal.

O principal objectivo do presente capítulo é a delimitação das áreas de maior risco geomorfológico do caso de estudo, no entanto, trata-se de um processo com várias etapas. Numa primeira etapa será avaliada a susceptibilidade da área em estudo, na fase seguinte proceder-se-á à avaliação da vulnerabilidade para, numa última fase calcular-se o nível de risco geomorfológico.

³¹ IPCC – Intergovernmental Panel On Climate Change – Trata-se de um organismo constituído por membros da Organização Mundial de Meteorologia e por membros do Programa Ambiental das Nações Unidas

³² Expressão que se encontrava em itálico no original

Capítulo X. Avaliação do Risco Geomorfológico - Susceptibilidade

Quais os factores mais adequados para a avaliação da susceptibilidade?

Qual a metodologia mais adequada para a avaliação da susceptibilidade?

Avaliação da susceptibilidade aos movimentos de massa

Análise factorial

Analytical Hierarchy Process

Método heurístico qualitativo

Qual a metodologia mais adequada à realidade do caso de estudo?

Avaliação da Susceptibilidade no caso de estudo – síntese

Valor das habitações e áreas de maior susceptibilidade

A utilização incorrecta do território tem sido responsável pelo aumento da vulnerabilidade a movimentos de vertente, contribuindo para o agravamento das consequências das catástrofes naturais. Deste modo, é essencial a identificação das áreas mais susceptíveis à ocorrência destes fenómenos, de forma a permitir um uso do território mais adequado e a diminuir o grau de vulnerabilidade associado às infra-estruturas humanas (Zêzere, 2003).

Por esta perspectiva os movimentos de massa decorrerão mais da acção antrópica do que da evolução das formas de relevo, o que significa que a existência de uma maior capacidade de intervenção no processo de diminuição do nível de risco.

No presente trabalho pretende-se delimitar as áreas com maior perigosidade em termos de movimentos de massa, para numa fase seguinte confrontar os dados obtidos com o modo como o agente humano tem vindo a transformar o espaço correspondente ao caso de estudo, no período 1985-2005.

No presente contexto, colocam-se duas questões: quais os factores a considerar no modelo e qual a metodologia mais adequada a seguir.

X.1 Quais os factores mais adequados para a avaliação da susceptibilidade?

Segundo o Anexo I, Secção III, alínea e), ponto 1, do Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de Agosto, são consideradas áreas de instabilidade de vertente: áreas que, devido às suas **características em termos de solo e subsolo, declive, dimensão e forma da vertente ou escarpa e condições hidrogeológicas**³³, estão sujeitas à ocorrência de movimentos de materiais em vertente, incluindo os deslizamentos, desabamentos e a queda de blocos. Na análise do Decreto-Lei supracitado, verifica-se que na definição das áreas de instabilidade de vertentes apenas são tidos em conta os factores condicionantes. Trata-se de factores que podem ser de ordem estrutural, geotécnica, morfológica, hidrológica, biogeográfica, e que apresentam um nível de constância na linha temporal maior que os factores desencadeantes³⁴. Os movimentos de massa ocorrerão sempre nas mesmas

³³ Sublinhado nosso

³⁴ Pode-se apontar, como exemplo, de factores desencadeantes os factores meteorológicos

condições geológicas, geomorfológicas, hidrogeológicas e climáticas que no passado (Varnes, 1984).

Por conseguinte, o modelo que se pretende elaborar no presente trabalho terá em conta os factores condicionantes, ou seja, factores que são constantes no tempo. É difícil prever quando é que determinada vertente será cortada por uma escavadora para a construção de um edifício, contudo poderão ser previstas as consequências de tal acção, tendo em atenção os factores condicionantes.

Tabela 14: Factores relevantes na elaboração de modelos de susceptibilidade de movimentos de massa

Autores	Altitude	Declive das vertentes	Exposição das vertentes	Hidrologia	Geologia/Litologia	Depósitos superficiais	Morfologia das vertentes	Perigosidade Sísmica	Uso do solo
A. Carrara (1995)									
J. Hutchinson (1995)									
R. Fell (1997)									
IUGS (1997)									
L. Cunha (2002)									
F.Dias (2002)									
R. Garcia (2002)									
A. P. Silva (2003)									
C. Bateira (2003)									
J. Gomes dos Santos (2003)									
J. L. Zêzere (2003)									
T.W. Van Ach (2003)									
A. Tavares (2004)									
D. Petley (2004)									
F. Catani (2005)									
F. Guzzetti (2006)									
P. Federici (2007)									
Van Westen (2008)									

No presente contexto procura-se determinar quais os factores condicionantes mais adequados para a construção de um modelo de avaliação da susceptibilidade a movimentos de massa. No sentido de responder a esta questão elaborou-se uma revisão

bibliográfica, procurando identificar quais os factores tidos em conta pelos diversos autores na elaboração de modelos de susceptibilidade.

Na análise dos factores considerados relevantes pelos diversos autores na avaliação da susceptibilidade dos movimentos de massa foi necessário proceder a alguma uniformização. Pode-se apontar, como exemplo, a Geologia que tanto pode ser sinónimo das rochas presentes na área em estudo, como também pode abranger a fracturação. No que concerne à Geologia/Litologia procedeu-se a uma coalescência de várias variáveis, contudo, no caso da Geomorfologia teve-se em atenção as suas várias ramificações como sejam os declives, exposições e forma das vertentes. É de notar que quando determinado autor afirmava que incluiu a Geomorfologia na equação de avaliação, tal não foi considerado como um factor, uma vez que isso podia significar a inclusão de uma multiplicidade de factores.

Na análise da tabela o declive das vertentes surge como um factor de avaliação incontornável, seguidos pela geologia/ litologia e o uso do solo.

Decorrente da presente análise, serão considerados os seguintes factores como os mais indicados para avaliar a susceptibilidade aos movimentos de massa: declives, a exposição e a morfologia das vertentes, depósitos superficiais, hidrologia, geologia e uso do solo.

X.2 Qual a metodologia mais adequada para a avaliação da susceptibilidade?

Na construção de um modelo de susceptibilidade, podem ser usados **métodos directos** ou **indirectos**. Os **métodos directos** consistem essencialmente num levantamento cartográfico geomorfológico através do qual são identificados os movimentos de massa passados e presentes e são feitas suposições sobre os locais onde há maior probabilidade de ocorrer movimentos de massa no futuro. No que concerne aos **métodos indirectos** existem dois tipos de abordagem, a heurística e a estatística. Na abordagem heurística os factores de instabilidade são hierarquizados e pesados segundo a sua importância assumida ou esperada nos movimentos de massa. Na abordagem estatística (ou probabilística) o papel de cada factor é determinado com base nas

relações observadas com a distribuição dos movimentos de massa passados/presentes (Carrara, 1995).

As metodologias de avaliação da susceptibilidade podem ser de cariz quantitativo ou qualitativo, sendo possível no âmbito de cada uma discernir várias metodologias.

Tabela 15: Metodologias de avaliação susceptibilidade a movimentos de massa

Fonte: Alleoti (1999, adapt.)

Abordagem	Métodos	Vantagens	Desvantagens
Qualitativa	Análises geomorfológicas	Avaliação rápida tendo em conta um vasto número de factores	Subjectividade
	Combinação em mapa de índices	Automatização dos passos; padronização da gestão dos dados	Subjectividade na atribuição dos pesos
	Modelos lógico - analíticos	Comparação entre diferentes vertentes; matematicamente rigoroso	Exigência de dados de monitorização das vertentes; metodologia essencialmente aplicável a movimentos de massa lentos
Quantitativa	Análises estatísticas (bi e multivariada)	Automatização dos passos; padronização da gestão dos dados	Sistemática colecção e análise de dados relativos a diferentes factores resultam numa estrutura pesada
	Determinista	Encorajamento da investigação e medição dos parâmetros geotécnicos em pormenor	Necessidade de conhecimento detalhado da área; o uso apropriado de modelos geotécnicos requer uma vasta experiência; não tem em conta variadas incertezas
	Probabilista	Objectividade	Aplicação complexa da técnica probabilística a áreas com baixo nível de perigosidade/risco
	Rede neuronal	Objectividade; não requer conhecimento teórico sobre os aspectos físicos do problema	Dificuldade de verificação dos resultado quando os dados instrumentais não estão disponíveis

Na observação da tabela verifica-se que, qualquer que seja o método seleccionado, este oferecerá vantagens e desvantagens. Aliás, Carrara (1983) reconheceu, na sua revisão dos objectivos e métodos de cartografia do risco de movimentos de massa, que não há um único método padronizado. Podem ser desenvolvidos diferentes métodos para se adaptarem à natureza de uma área em particular.

No que concerne às **análises geomorfológicas** uma das principais vantagens é permitir abranger um grande número de factores, com detalhe. No entanto, exige uma vasta experiência profissional, verifica-se existir uma grande subjectividade na escolha das regras e dos dados e necessita de um longo trabalho de campo. Para além disso, trata-se de uma metodologia de difícil aplicação a outra área. Trata-se de modelos de elaboração longa e dispendiosa desenvolvidos para uma determinada área.

A **combinação de mapas de índices** constitui também uma metodologia subjectiva, uma vez que não exige trabalho de campo, são seleccionados um conjunto de factores, subdivide-se cada factor em classes, atribui-se valores ponderados para cada factor e suas classes, procede-se à soma de todos os factores e obtém-se um mapa de susceptibilidade. Trata-se de um método que pode parecer de aplicação rápida e económica, mas quanto menor for a experiência da equipa maior será o grau de subjectividade.

Os **modelos lógico - analíticos** exigem a instalação de um conjunto de instrumentos de monitorização da instabilidade das vertentes, a fim de estabelecer relações entre os factores ponderados com base na experiência. Pela aplicação das relações propostas torna-se possível definir o nível de possibilidade de instabilidade das vertentes em causa e recorrer aos dados de monitorização da vertente para aferir os pesos atribuídos. Numa primeira abordagem, surge como uma metodologia vantajosa. No entanto, em termos práticos torna-se de difícil aplicação pela necessidade de adquirir os instrumentos necessários para monitorizar a vertente. Para além disso, o tempo de monitorização deverá ser longo, a fim de que os dados recolhidos possam ser considerados fiáveis. Caso o tempo de monitorização seja curto, como um mês, a fiabilidade dos dados é questionável, uma vez que a dinâmica de uma vertente no mês de Janeiro não é o

mesmo que em Novembro. Admitindo um cenário em que um conjunto de vertentes seja monitorizado durante um ano, pode acontecer que o ano em causa seja excepcionalmente seco ou húmido. Embora em moldes diferentes, tal como as análises geomorfológicas, também os modelos lógico - analíticos se apresentam como sendo de elaboração longa e dispendiosa, aplicáveis a uma determinada área.

No caso das **análises estatísticas bi e multivariadas**, os *scores* são atribuídos através de programas estatísticos como o SPSS, o que retira ao processo alguma da carga de subjectividade. No entanto, aquilo que, numa primeira análise, parece ser uma vantagem, também se pode tornar uma desvantagem, perante a dificuldade de verificar até que ponto é que os *scores* criados pelo programa estatístico correspondem à realidade. No entanto, caso seja possível fazer essa verificação, surge, numa primeira análise, como um método de avaliação objectivo, que não exige profundos conhecimentos geotécnicos, não requer um avultado investimento financeiro e, embora dependendo dos factores inseridos, pode ser aplicado a outras áreas.

Os **modelos deterministas** avaliam a susceptibilidade de movimentos de massa com base nas características físicas da vertente. Neste caso os modelos de estabilidade de vertentes com base em SIG são úteis apenas para avaliações preliminares da estabilidade para grandes extensões de áreas. Para áreas específicas de pequena dimensão, a avaliação de estabilidade de vertente necessita de estudos mais detalhados (Savage, 2004), como a cartografia das variações mais subsuperficiais da espessura, do grau de saturação, da resistência ao corte, um conjunto de parâmetros cuja obtenção exige uma vasta experiência em termos geotécnicos, muito trabalho de campo o que implica um grande dispêndio em termos de recursos humanos e económicos.

A avaliação da susceptibilidade aos movimentos de massa também pode ser elaborada recorrendo ao uso das **redes neuronais**. A metodologia usada nas redes neuronais pode ser resumida em cinco passos: 1- atribuição de pesos para as conexões de maneira casual; 2- selecção dos parâmetros a incluir no modelo; 3 - cálculo dos resultados e comparação com os resultados esperados; 4- cálculo do erro e alteração dos pesos iniciais; 5 – repetição da operação de forma interactiva até alcançar a convergência

entre os resultados calculados e os esperados (Aleoti, 1999). Embora seja uma metodologia quantitativa, verifica-se que possui uma grande carga de subjectividade, desde logo porque os resultados vão sendo progressivamente ajustados até ser obtido o resultado que vá ao encontro do pretendido por quem está a elaborar o modelo. Para além disso, a sua aplicação, através do ArcSDM, exige que sejam inseridos o que o programa denomina de *training points*³⁵, que consistem no conjunto de locais onde existem ou existiram manifestações do fenómeno em análise, neste caso, movimentos de massa. A avaliação do nível de susceptibilidade de movimentos de massa pelo método das redes neurais implica a inclusão do registo histórico deste fenómeno. No entanto, pelas razões anteriormente expostas, verifica-se que a melhor opção seria não incluir os registos históricos na equação de avaliação da susceptibilidade de movimentos de massa.

As metodologias quantitativas oferecem um maior nível de objectividade que as metodologias qualitativas. No entanto, verifica-se que, qualquer que seja a metodologia seleccionada, esta exigirá sempre um profundo conhecimento da área em estudo, assim como um bom suporte teórico.

X.3 Avaliação da susceptibilidade aos movimentos de massa

Uma vez ponderadas as várias possibilidades existentes em termos de modelos de avaliação da susceptibilidade aos movimentos de massa, considera-se que a melhor opção metodológica será testar várias hipóteses de trabalho. Serão testados os resultados decorrentes de três metodologias: uma metodologia quantitativa (análise factorial), uma metodologia que alia o quantitativo e o qualitativo (*Analytical Hierarchy Process*³⁶) e uma metodologia qualitativa (método heurístico qualitativo).

³⁵ Pontos de controlo

³⁶ Trata-se de uma extensão do ArcGis cujo nome pode ser traduzido por algo como *Processo de Hierarquização Analítica*. No entanto, considerou-se mais adequado não traduzir e adoptar a sigla AHP

X.3.1 Análise factorial

A análise factorial consiste num método de análise estatística multivariada que permite estimar o peso dos factores (*loadings*) e as suas variâncias (Gageiro, 2005), ou seja, é uma metodologia que permite agrupar as variáveis em factores e quantificar em quanto cada um contribui para explicar determinado fenómeno.

Para que a análise seja considerada válida, é necessário que sejam atingidos determinados parâmetros, como uma taxa de variância acima dos 60% e valores de comunalidades e de KMO³⁷ acima de 0.6. Constituem requisitos que contribuem para diminuir o nível de subjectividade do resultado final da equação de avaliação.

Numa primeira abordagem a análise factorial 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.

A avaliação da susceptibilidade dos movimentos de massa através da análise factorial obedece a um conjunto de passos. O primeiro passo consiste na organização de uma base de dados considerada válida pelo SPSS. As variáveis seleccionadas foram as seguintes: **altitude** (são vários os casos em que se observou que a quantidade de precipitação assim como o número de deslizamentos aumentam com a precipitação (Gallart et Clotet, 1988)); **declive, perfil das vertentes**³⁸, **nível de aplanamento da vertente**³⁹, **exposição das vertentes** (a exposição exerce uma influência indirecta sobre o nível de humidade do solo que, por sua vez, influencia a pressão exercida na zona de um potencial movimento de massa) (Carrara, 1983)); **depósitos superficiais** (os depósitos favorecem a deslocação de maior quantidade de material), **geologia**,

³⁷ Kaiser – Meyer – Olkin – Medida de avaliação de nível de adequação da amostra

³⁸ *Perfil das vertentes* é calculado na direcção da vertente, e visa medir a velocidade do material. Sendo que quanto maior for o nível de convexidade da vertente maior a velocidade do material ao longo da vertente. Note-se que quanto maior a velocidade do material, maior a área potencialmente atingida. Fonte: Jenness (2006)

³⁹ O *nível de aplanamento da vertente* é calculado na perpendicular da direcção da vertente, que irá afectar o modo como o material deslocado converge ou diverge ao longo da célula. Nas áreas convexas o material deslocado irá divergir. Note-se que quanto mais o material deslocado divergir, maior a área potencialmente atingida. Fonte: Jenness (2006)

porosidade das rochas, recarga aquífera⁴⁰, topos e bases das vertentes (tbv) e uso do solo.

À medida que a análise factorial foi sendo desenvolvida, algumas variáveis apresentaram valores indicadores de desadequação, em relação ao restante conjunto da amostra. Pode-se apontar, como exemplo, dessas indicações o facto de ser considerado que devem ser excluídas as variáveis que apresentam um nível de comunalidade inferior a 0.5, como, por exemplo, o nível de achatamento das vertentes.

Na tabela 16 é apresentada a matriz rodada de componentes com 4 factores que explicam 72% da variância e um KMO de 0.625. Nesta fase foi necessário proceder ao escalar de todos os factores, com excepção do factor 1, no sentido de que quanto mais elevado o resultado final da equação maior o nível de susceptibilidade de movimentos de massa.

Tabela 16: Matriz rodada de componentes

Matriz Rodada de Componentes				
Variáveis	1	2	3	4
Perfil da vertente	0,894	-0,072	-0,111	-0,021
Declives	0,798	-0,133	0,316	-0,132
Depósitos superficiais	0,021	0,810	0,093	0,234
Hipsometria	0,259	-0,672	0,065	0,319
Recarga aquífera	-0,460	0,490	-0,312	-0,147
Litologia	0,044	0,210	-0,775	0,354
Exposição	0,209	0,186	0,770	0,267
Uso do solo	0,104	0,027	0,023	-0,871

A matriz de dados foi rodada segundo o método varimax, o qual estabelece a relação entre as variáveis através do número mínimo de factores possível, o que contribui para uma maior facilidade de interpretação das dimensões que influenciam o resultado final da equação de avaliação.

O **factor 1** agrupa as variáveis relacionadas com a morfologia da vertente, o **factor 2** associa as variáveis que influenciam o material potencialmente disponível no caso de ocorrer um movimento de massa, observando-se uma relação directa entre os depósitos

⁴⁰ A recarga aquífera consiste no conjunto de processos hidrodinâmicos que promovem o aumento das reservas hídricas de uma unidade ou sistemas aquíferos (PDM, 2006)

superficiais e a recarga aquífera e uma relação indirecta entre estas variáveis e a hipsometria. O **factor 3** constitui um caso curioso, na medida em que resulta do agrupamento de duas variáveis entre as quais, numa primeira abordagem, não se verifica uma relação directa, a geologia e as exposições. O **factor 4** é apenas constituído pelo uso do solo, segundo a análise factorial não se verifica uma relação entre esta variável e as restantes, apesar disso, foi considerada uma mais-valia no conjunto da amostra⁴¹.

COD_GRELHA	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	FAC1_POID	FAC2_POID	FAC3_POID	FAC4_POID
1201D	0,516613	0,052199	0,441367	0,955570	15,240095	0,819530	6,395413	11,944630
1201E	0,322714	0,002335	0,305054	0,250957	9,520072	0,036658	4,420233	4,386957
1201F	0,044945	0,736372	0,099418	0,423982	1,259885	11,581037	1,440564	5,299777
12020	0,254420	0,957760	0,151867	0,304005	7,505388	15,036830	2,200950	3,800058
12021	1,186620	0,788556	0,431179	0,787601	35,011186	12,380324	6,247764	9,845011
12022	0,181844	1,025166	0,358264	0,266404	5,364408	16,095099	5,915536	3,330051
12023	0,563897	1,037041	0,800987	0,377681	16,634970	16,281547	11,606285	4,721019
12024	0,886383	0,835538	0,303236	0,168513	20,246306	13,117941	4,393868	2,106409
12025	0,291951	1,027784	0,700534	0,233530	8,612560	16,136210	10,150734	2,819126
12026	0,261971	1,037555	0,852524	0,205580	7,728147	16,289607	12,353078	2,689755
12081	0,429939	0,324594	0,447681	0,169901	12,683190	5,096131	6,488896	2,123764
12082	0,595368	0,730678	0,563032	0,234397	17,563352	11,471642	8,158329	2,929963
12083	0,318136	0,920739	0,366269	0,926880	9,385016	14,455602	5,307232	11,586003
12084	0,333174	1,005136	0,599553	0,442359	9,828631	15,780638	8,887521	5,529487
12085	0,604529	0,977219	0,719422	0,186626	17,833598	15,342331	10,424421	2,328223
12086	0,495115	0,969460	0,521546	0,181462	14,805985	15,173425	7,557232	2,266523
12087	0,189158	1,093165	0,851477	0,309503	5,462154	17,162694	9,439866	3,832296
12088	0,564533	0,772190	0,027243	0,659408	16,853728	12,123387	0,984755	0,830399
12089	0,554963	0,794208	0,261478	0,025301	16,388469	12,468067	4,078622	0,316257
1208A	-0,213751	1,243238	1,005592	0,299591	-6,305644	19,518841	14,571033	3,744888
1208B	-0,019839	1,041736	0,458976	0,138568	-0,585247	16,355253	6,659566	1,732094
1208C	-0,139388	1,113072	0,931241	0,263777	4,111949	17,475236	13,493669	3,297211
120E5	0,080928	0,301312	0,034866	0,165334	2,387386	4,730599	0,505207	2,316672
120E6	0,193730	0,895476	0,072715	0,548750	5,715044	14,058977	1,053636	6,859372
120E7	-0,234395	0,913153	0,297181	0,874380	-8,914684	14,338505	4,308145	8,429744
120E8	-0,263838	1,064847	0,374752	0,395171	-7,783220	16,718102	5,430160	4,936636
120E9	0,103748	1,068735	0,519976	0,171431	3,060570	16,779132	7,534449	2,142889
120EA	0,319883	1,048034	0,637116	0,298553	9,436558	16,454141	9,231818	3,731908
120EB	0,447228	0,955078	0,558141	0,210692	13,193238	14,994729	8,087464	2,633650
120EC	-0,028937	1,107247	0,481801	0,250458	-0,853651	17,383784	6,861301	3,130731
120ED	0,484199	0,886307	0,361322	0,134900	13,893866	13,948419	5,235551	1,886248
120EE	0,017175	0,910666	0,495988	0,229494	16,206075	14,297460	7,165142	2,868677
120EF	0,280711	1,025164	0,873986	0,178949	8,200891	16,095091	9,765236	2,235816
120FO	-0,138208	1,117617	0,387584	0,171585	-4,077126	17,546592	5,618094	2,144936
121A9	0,016604	0,024684	0,084014	0,046272	0,489826	0,387538	1,217364	0,578396
121A4A	-0,021079	0,695873	0,016901	0,484963	-0,621832	10,925199	0,244890	6,062284
121A4B	-0,275381	0,721829	0,324617	0,330884	8,123741	11,332712	4,703707	4,136046
121A4C	0,583338	0,706560	0,232340	0,044354	17,208470	11,092997	3,866603	0,554429
121A4D	-0,110380	0,889515	0,004033	0,176071	-3,256220	13,865391	0,058434	2,200892
121A4E	-0,294965	0,947232	0,047186	0,103955	-8,701477	14,871550	0,683728	1,299437
121A4F	0,024192	0,895780	0,094415	0,149352	0,713672	14,063752	1,368067	1,866905
12150	0,049213	0,853656	0,010946	0,478744	1,451771	13,402403	0,158606	5,984298
12151	-0,185997	0,957579	0,002105	0,413367	-5,486917	15,033991	0,030503	5,167086
12152	-0,003830	0,893607	0,097424	0,465879	-0,112995	14,029629	1,411672	5,823488
12153	-4,581011	2,310758	0,048391	0,500347	-135,139828	36,278893	0,701192	6,254338
121AD	-0,010018	0,376500	0,394660	1,888974	-0,295520	5,911049	5,718619	21,112178
121AE	-0,014493	0,274357	0,571631	0,526353	-0,427542	4,307406	8,262934	6,804417
121AF	0,514218	0,340319	0,055582	1,818590	15,169419	5,343006	0,805363	22,732372
121BO	0,623499	0,852738	0,044404	1,897466	18,393235	10,247986	0,843408	21,993322

Fig. 41: Tabela de atributos da avaliação da susceptibilidade a movimentos de massa por pixel (100*100)

Como se pode observar na figura 41, cada unidade geográfica, no caso de estudo cada pixel com a dimensão de 1ha, tem um determinado valor para cada um dos factores, sendo que uma área com declives mais elevados e um perfil de vertente mais convexo irá apresentar, em termos de factor 1, um valor mais elevado que uma área com valores mais baixos em termos de declives e nível de convexidade da vertente.

Os scores factoriais de cada unidade geográfica foram ponderados segundo a taxa de variância explicada pelo respectivo factor. Note-se que o factor 3 (constituído pela

⁴¹ Pode-se apontar, como exemplo, dessa valia o facto de apresentar um nível de comunalidade na ordem dos 0.77

geologia e a exposição) não contribui tanto para a variância total explicada como o factor 1 (constituído pelos declives e o perfil da vertente).

As taxas de variância explicada por cada factor são as seguintes:

Factor 1: 29,5%

Factor 2: 15,7%

Factor 3: 14,49%

Factor 4: 12,5%

No presente contexto, considera-se que a análise factorial pode constituir uma metodologia de análise dos dados útil numa primeira fase de elaboração do modelo, nomeadamente no que diz respeito à eliminação de dados redundantes. No que concerne à atribuição dos pesos de cada uma das variáveis, parece apresentar mais desvantagens do que vantagens, uma vez que os pesos são atribuídos pelo sistema em função das relações que encontra entre os dados introduzidos, sem ter em conta os objectivos do trabalho, neste caso a avaliação da susceptibilidade a movimentos de massa. No entanto, a valia das ponderações decorrentes da análise factorial só poderá ser confirmada na fase de teste e comparação com os restantes modelos.

X.3.2 Analytical Hierarchy Process

O *Analytical Hierarchy Process*, doravante AHP, é uma extensão do ArcGIS que se baseia na comparação par a par das variáveis, para estimar a contribuição relativa de cada um em determinado processo, neste caso, na susceptibilidade dos movimentos de massa.

Saaty e Vargas (1991) elaboraram uma escala de comparação de valores em que o mínimo é 1 e o máximo é 9. O valor 1 é atribuído a um factor que possua uma importância igual ao qual está a ser comparado, e o valor 9 é dado aos que possuem extrema importância em relação aos restantes factores.

Com base na escala de comparação, que se apresenta na tabela 17, o utilizador vai sendo questionado sobre a relevância de cada um dos factores.

Uma vez inserido um valor válido, a célula na posição oposta à célula preenchida será automaticamente invertida. Após preenchida a tabela, o utilizador pressiona o botão

compute, no sentido de serem calculados os pesos. Considera-se importante assinalar que o rácio de consistência não pode ser superior a 0.1

Tabela 17: Escala de comparação

Fonte: Saaty e Vargas (1991)

Importância	Descrição
1	Importância igual
3	Importância moderada de um factor sobre o outro
5	Importância de nível forte ou essencial
7	Importância muito forte
9	Importância extrema
2,4,6,8	Valores Intermédios
Recíprocos	Valores usados para a comparação inversa

Neste tipo de abordagem é exercida influência na atribuição dos pesos, pois o sistema vai questionando o utilizador, numa metodologia pareada, qual o factor considerado de maior relevância. Contudo o rácio de consistência não pode ser superior a 0.1, ou seja, é possível exercer alguma influência no resultado final da equação, dentro de determinados limites, uma vez que a amostra tem de apresentar um determinado nível de coerência. Trata-se de uma metodologia que alia o qualitativo e o quantitativo.

No que concerne à parte qualitativa é relevante possuir um bom suporte teórico assim como conhecimento do caso de estudo.

Decorrente dos autores consultados e casos de estudos analisados, foram seleccionadas e normalizadas as seguintes variáveis: geologia, depósitos, uso do solo, declive e perfil das vertentes.

Com base na bibliografia consultada, o declive foi apontado como o factor de maior relevância em comparação com os restantes. A partir deste pressuposto o programa preencheu automaticamente as células nas posições opostas. Foi exercida influência no processo de ponderação das variáveis, contudo o programa é que determinou que os declives teriam um peso na ordem dos 0.46 e a geologia um peso na ordem dos 0.27.

Tabela 18: Scores das variáveis segundo a aplicação do método AHP

Variáveis	Scores
Declives das Vertentes	0,46
Geologia	0,27
Perfil das vertentes	0,14
Depósitos	0,07
Uso do solo	0,03

Em termos de desvantagens desta metodologia, aponta-se o facto de que quanto maior for o número de variáveis mais pesada e trabalhosa será a estrutura de análise.

Para além disso, trata-se de uma extensão que só trabalha com ficheiros em formato *raster*, no presente caso tal não constitui um inconveniente, no entanto, o mesmo não se verifica em todos os casos. Constitui uma dificuldade que pode ser ultrapassada através da extensão *Multicriteria Group Analyst*, que trabalha com ficheiros em formato vectorial, mas que funciona apenas na versão 9.2 do ArcGis.

X.3.3 Método heurístico qualitativo

Embora, numa primeira abordagem, tenham sido apontadas várias desvantagens às metodologias qualitativas, considerou-se como metodologicamente relevante a aplicação do método qualitativo e posterior comparação com o modelo desenvolvido com base na análise factorial e com o modelo AHP.

No presente contexto, foi aplicado o modelo de cariz qualitativo desenvolvido por Lúcio Cunha *et al.* (2002). Trata-se de um modelo desenvolvido para uma área peri-urbana localizada a Sul de Coimbra, com características semelhantes à área em análise no presente trabalho. Numa fase posterior a equipa de geomorfólogos comparou os resultados obtidos com os movimentos de massa registados no Inverno 2000/2001, tendo sido verificado uma boa adequação entre eles⁴².

⁴² O mapa resultante, em que se definem três classes de risco, revela uma boa adequação aos movimentos registados no Inverno de 2000/2001 (Lúcio Cunha *et al.*, 2002)

Na análise da figura, é possível verificar que a avaliação da susceptibilidade a movimentos de massa é elaborada a partir de três factores: declives, litologia e uso do solo.

Depois de escolhidas as classes para cada um dos factores e de atribuída uma ponderação de 0 a 3, em função do presumível significado que cada uma delas teria no condicionamento dos movimentos, foi estabelecida uma fórmula também empírica que relaciona os três factores, dando pesos progressivamente maiores à ocupação do solo, à litologia e aos declives.

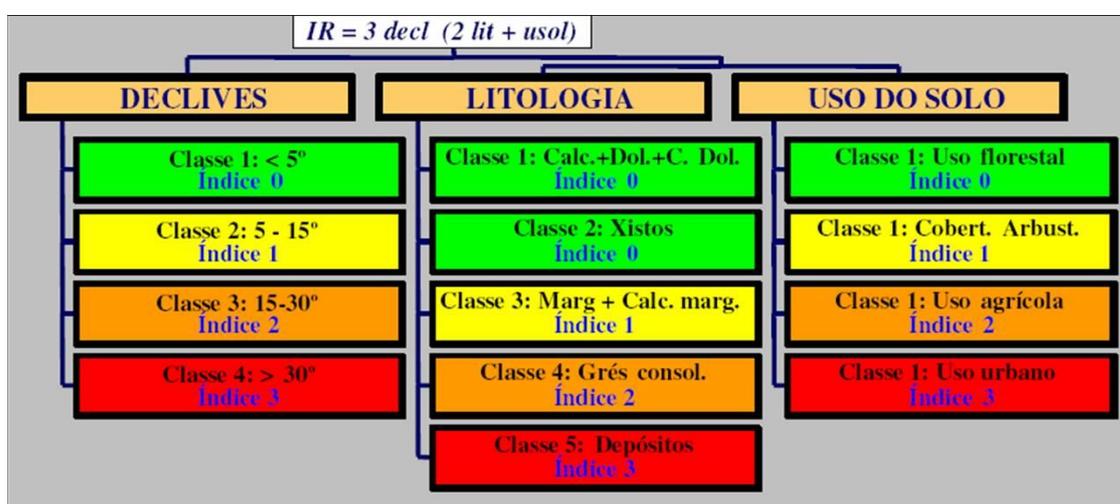


Fig. 42: Esquema para a metodologia heurística – qualitativa

Fonte: Lúcio Cunha *et al.* (2002)

Trata-se de uma metodologia de aplicação fácil, rápida e económica. No entanto, para que tal aconteça é necessário que uma equipa de especialistas já tenha feito o trabalho de campo (longo e dispendioso) e, numa fase posterior, tenha elaborado e aperfeiçoado um modelo para uma área com características muito semelhantes ao caso que se esteja a estudar. No caso de tal não suceder, deixa de ser uma metodologia de aplicação fácil, rápida e económica, para passar a ser, pelas razões anteriormente expostas, de aplicação difícil, morosa e dispendiosa.

X.4 Qual a metodologia mais adequada à realidade do caso de estudo?

No sentido de responder à questão de qual o mapa mais adequado à realidade do caso de estudo, procedeu-se à análise da percentagem de movimentos registados e a sua relação com a percentagem de área de estudo, tendo em conta o nível de susceptibilidade. Neste contexto o ideal é que o maior número de movimentos coincida com a menor área possível.

A utilização do histórico dos movimentos de massa é útil para testar os modelos elaborados, constitui um indicador de instabilidade dos terrenos. No caso de não se verificar coincidência entre as áreas de maior susceptibilidade, segundo os modelos elaborados, e os movimentos de massa registados, tal significa que as metodologias usadas não serão as mais correctas, exigindo uma revisão de todos os passos feitos. Note-se que dificilmente sucederá um movimento de massa num espaço com um declive na ordem dos 2%, com um substrato litológico de rocha coerente que não tenha sofrido acções de meteorização física ou química relevantes. No entanto, como já foi referido, o histórico do movimento de massa constitui um indicador e não um factor condicionante como a geologia.

Pode-se exemplificar o caso da Rua Pedro Hispano (o ponto localizado mais a Sul) onde, entre 1975 e 2005, foram registados 2 movimentos de massa relevantes ao ponto de serem objecto de notícia, que segundo os resultados obtidos nas três metodologias elaboradas coincide com áreas com valores de susceptibilidade a movimentos de massa baixos. Este caso constitui um indicador que o histórico dos movimentos de massa não deve ser incluído na equação de avaliação do nível de susceptibilidade.

Para além disso, uma outra razão que contribui para que o histórico não fosse incluído na equação de avaliação da susceptibilidade prende-se pela questão de até que ponto faz sentido ter em conta o histórico no modelo de avaliação e, numa fase posterior, testar esse mesmo modelo recorrendo aos movimentos de massa registados no período 1975-2005.

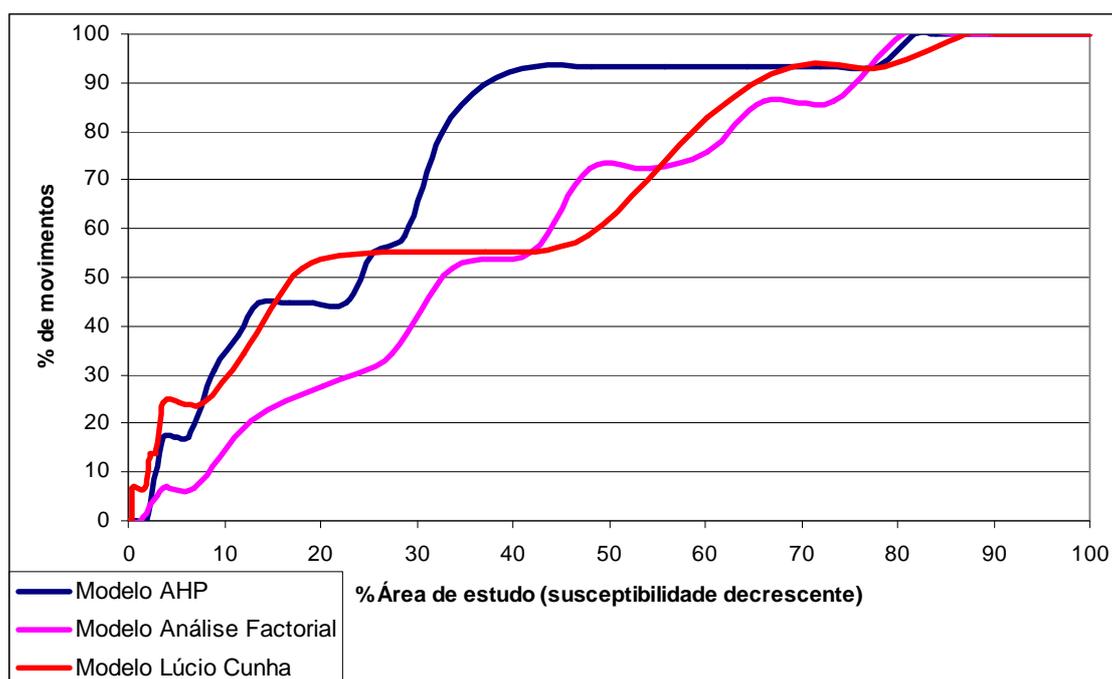


Gráfico 3: Comparação de metodologias de avaliação e a percentagem de movimentos histórico

Na análise do gráfico é evidente que a análise factorial não é a metodologia mais adequada para a avaliação da susceptibilidade a movimentos de massa da área em estudo. Os resultados obtidos através da análise factorial quando comparados com os movimentos de massa revelam um comportamento semelhante, independentemente do nível de susceptibilidade.

Neste sentido, a questão premente é qual dos restantes modelos, modelo AHP e modelo Lúcio Cunha, apresentam melhor desempenho. No nível correspondente a 4% da área de maior susceptibilidade, o modelo Lúcio Cunha explica 24% dos movimentos e o modelo AHP explica 17% dos movimentos. No entanto, acompanhando o evoluir das curvas, verifica-se que no patamar correspondente a 9% da área de maior susceptibilidade o modelo AHP apresenta uma concentração de 31% dos movimentos registados. O modelo Lúcio Cunha no mesmo patamar de área de estudo, 9%, regista uma concentração de 26% dos movimentos de massa. Até ser atingido o nível relativo aos 26% de área de estudo é complexo apontar qual o modelo mais adequado para a avaliação de susceptibilidade a movimentos de massa do espaço em análise. A partir desse nível o modelo AHP assume-se como o mais adequado ao caso em estudo.

No cômputo geral o modelo AHP apresenta um desempenho melhor que o modelo Lúcio Cunha.

X.5 Avaliação da susceptibilidade no caso de estudo - síntese

Perante uma área com uma elevada susceptibilidade tanto pode ser adoptada uma **estratégia de eliminação**, como também uma **estratégia de mitigação**. A **estratégia de eliminação** implica uma mudança do projecto a fim de eliminar a susceptibilidade a movimentos de massa em determinado empreendimento, uma medida mais drástica será não urbanizar determinado local. A estratégia de mitigação tem como objectivo a redução da probabilidade da ocorrência de alguma catástrofe. Não sendo possível reduzir o nível de probabilidade ao nível zero, procura-se também a redução do impacto de uma possível catástrofe. A **estratégia de mitigação** tem como propósito a ocorrência do menor número de catástrofes e no caso de acontecer que tenham o menor impacto possível. Neste caso, recorrendo ao exemplo anterior, procede-se mudanças ao projecto de construção, mas não são tão profundas como a mudança do local de implementação do empreendimento. Este conjunto de decisões depende de um conjunto de factores sendo um dos mais importantes o potencial valor, e consequentemente a margem de lucro financeiro, da urbanização que se tencione levar a cabo.

X.5.1 Valor das habitações e áreas de maior susceptibilidade

São vários os autores que apontam as dificuldades económicas como explicação da ocupação das áreas de maior susceptibilidade, ou seja, essas áreas são ocupadas porque as pessoas não têm possibilidades financeiras para ocupar áreas melhores.

No presente contexto pretende-se aferir se no caso de estudo as áreas de menor valor patrimonial coincidem com as áreas de susceptibilidade mais elevada. Trata-se de um aspecto fundamental em termos de Gestão do Risco. Um cenário é as áreas de maior risco serem ocupadas por pessoas com fracos recursos económicos, um outro cenário é a ocupação de áreas de maior susceptibilidade constituir uma actividade lucrativa.

É possível identificar múltiplos critérios de avaliação do valor das habitações e dificilmente se encontrará uma metodologia de cálculo isenta de subjectivismos e incontestada. Cardoso (1999) considera que o valor das habitações deve ser avaliado com base na localização, na existência de infra-estruturas, condições naturais, valores sócio – culturais e a edificabilidade.

Autores como João Carvalho (2005) e Carlos Lobo (2006) apontam os seguintes critérios básicos de avaliação da propriedade imobiliária: critério de valor intrínseco, o critério de mercado e o critério de rendimento.

O **critério de valor intrínseco** assenta na determinação do custo total de construção de um edifício com características idênticas às do imóvel em avaliação, acrescido do valor do terreno. Segundo Carlos Lobo (2006) este critério é manifestamente insuficiente já que não contempla eventuais variações na tipologia da ocupação fundiária. Um caso é o imóvel ser ocupado por uma loja, outro caso é ser ocupado por uma habitação. Trata-se de um critério que tem em conta o desenvolvimento tecnológico bem como as alterações nas tendências de mercado e das vinculações sociais da propriedade.

O **critério de mercado** assenta num método comparativo tomando em consideração imóveis semelhantes num mesmo sistema territorial e em idênticas condições de mercado. Embora possua um grande carga de subjectividade, o critério de mercado constitui um dos critérios utilizados mais correntemente.

O **critério de rendimento** baseia-se na determinação do valor do imóvel através da actualização (capitalização) do rendimento gerado ou a gerar por esse imóvel, na perspectiva de um mercado do arrendamento (livre e funcional). O critério de rendimento não se revela adequado ao presente contexto, na medida em que se trata de um critério direccionado para uma determinada situação/investimento **num determinado momento**.

No presente trabalho, a referência usada na avaliação das habitações é o valor patrimonial tributário, uma vez que foi desenvolvido pela Direcção Geral dos Impostos, uma instituição governamental, ao abrigo do processo de reforma de tributação do património e aprovação do CIMI (Código do Imposto Municipal sobre Imóveis) no Decreto-Lei n.º 287/2003 de 12 de Novembro. Ao abrigo da Portaria 1426/2004 foram aprovados e publicitados o zonamento, assim como os coeficientes de localização previstos no artigo 42.º do CIMI. Alguns dos valores de zonamento definidos na Portaria 1426/2004 já foram alterados pela Portaria n.º 1022/2006 de 20 de Setembro.

Com base na legislação supra – referida, foi utilizada a seguinte fórmula, que se passa a apresentar, para calcular o valor de mercado da habitação foi a seguinte:

$$\text{VPT} = (\text{CC} \cdot \text{CL} / 0.85) + \text{VC}$$

VPT = Valor Patrimonial Tributário da habitação em €m²

CC = Custo médio de Construção, que compreende os encargos directos e indirectos suportados na construção do edifício, designadamente os relativos a materiais, mão-de-obra, equipamentos, administração, energia, comunicações e outros consumíveis, sendo o valor base, convencionado na Lei, de 480€m²

CL = Coeficiente de Localização: O coeficiente de localização (CL) varia entre 0,4 e 2, podendo, em situações de habitação dispersa em meio rural, ser reduzido para 0,35 e em zonas de elevado valor de mercado imobiliário ser elevado até 3. Segundo o Decreto-Lei 287/2003 de 12 de Novembro a fixação do Coeficiente de Localização depende do nível de **acessibilidades, proximidade a equipamentos sociais, serviços de transporte público e o caso de se tratar de zonas de elevado valor de mercado imobiliário.**

VC = Valor da Construção, que consiste na percentagem, traduzida em valor monetário (no caso português – euros), que o terreno representa em relação ao resultado da equação $\text{CC} \cdot \text{CL} / 0,85$. A DGCI, tal como atribui um determinado Coeficiente de Localização a cada área, também define o valor dessa percentagem.

Embora o caso de estudo tenha apenas 1193ha, apresenta grandes disparidades em termos de custo de habitação por metro quadrado, sendo possível observar zonas com um valor na ordem dos 700€m², e outras cujo valor de mercado ultrapassa os 1500€m².

Pode-se apontar, como exemplo, dessa disparidade a área mais a Norte, onde os valores mais elevados são contíguos aos valores de habitação por metro quadrado mais baixos.

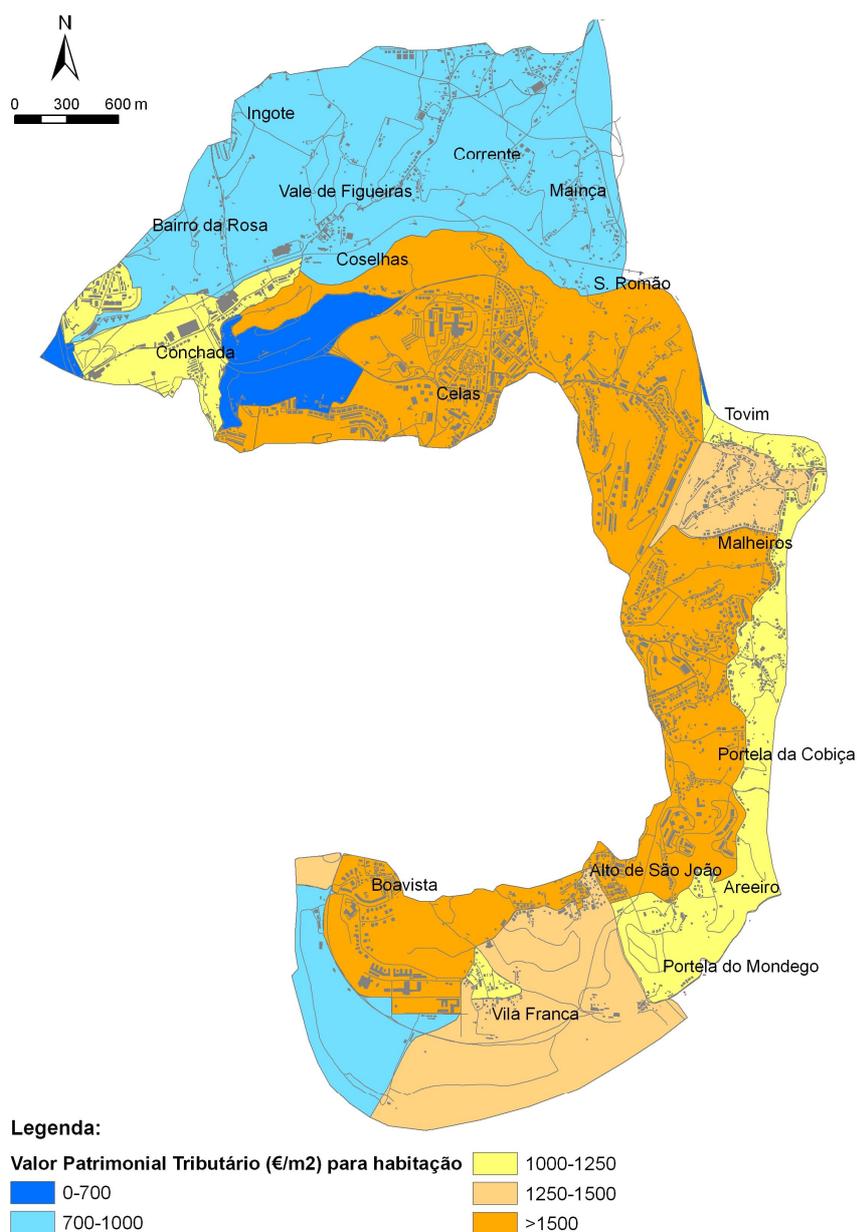


Fig. 44: Valor Patrimonial Tributário para habitação

Para além disso, é de notar que é na Zona Norte onde se encontram localizados bairros sociais como o Bairro do Ingote, o que contribui para entender melhor as razões que levam a que a Zona Norte apresente os valores de habitação por metro quadrado mais baixos. Para além disso, áreas como a Mainça apresentam um maior nível de ruralidade que áreas como o Alto do São João. Os valores mais elevados são observados em lugares como a área envolvente aos HUC, a Av. Elísio de Moura, Alto de São João, Boavista.

Os valores patrimoniais são algo bastante dinâmico, podendo-se, apontar, como exemplo, que a avaliação promovida pelo Ministério das Finanças foi feita, aproximadamente, 3 anos antes da construção da Urbanização Zen, um condomínio fechado que já foi mencionado aquando da caracterização dos lugares urbanos do caso de estudo. Num eventual processo de actualização dos valores o coeficiente de localização indexado a esta área onde se encontra implantada a referida Urbanização irá, provavelmente, aumentar. No presente contexto, enquanto que a Urbanização Zen possui um coeficiente de localização na ordem dos 1.9, outras áreas, como a Boavista, apresentam um coeficiente de localização na ordem dos 2,1.

Independentemente de todas as considerações que podem ser tecidas, o principal objectivo é aferir se no caso de estudo as áreas de menor valor económico coincidem com as áreas de maior susceptibilidade.

Na análise da figura 45 verifica-se que, ao contrário do que era expectável, não existe uma relação entre as áreas com um nível de susceptibilidade de movimento de massa elevado e médio e as áreas de menor valor patrimonial tributário da habitação, ou seja, não seria surpreendente que quanto **maior** fosse o nível de susceptibilidade a movimentos de massa, **menor** o valor patrimonial tributário.

No caso de estudo algumas das zonas com um valor patrimonial muito elevado, na ordem dos 1500€m², coincidem com áreas com um nível de susceptibilidade a movimento de massa elevado, como é o caso dos Malheiros.

No que diz respeito a dinâmicas futuras considera-se a Conchada como uma área a ter em atenção, uma vez que é uma área que apresenta um nível de susceptibilidade de movimento de massa elevado e capacidade construtiva permitida pelo PDM ainda não se encontra esgotada.

Na observação da figura são de assinalar aspectos como o facto de, em vários casos, os residentes das áreas de maior susceptibilidade de movimento de massa não serem residentes com fracos recursos económicos. Tal pode levar à assumpção que embora sejam locais com uma susceptibilidade a movimento de massa elevada, tal não significa que a sua urbanização não possa ser um negócio lucrativo.

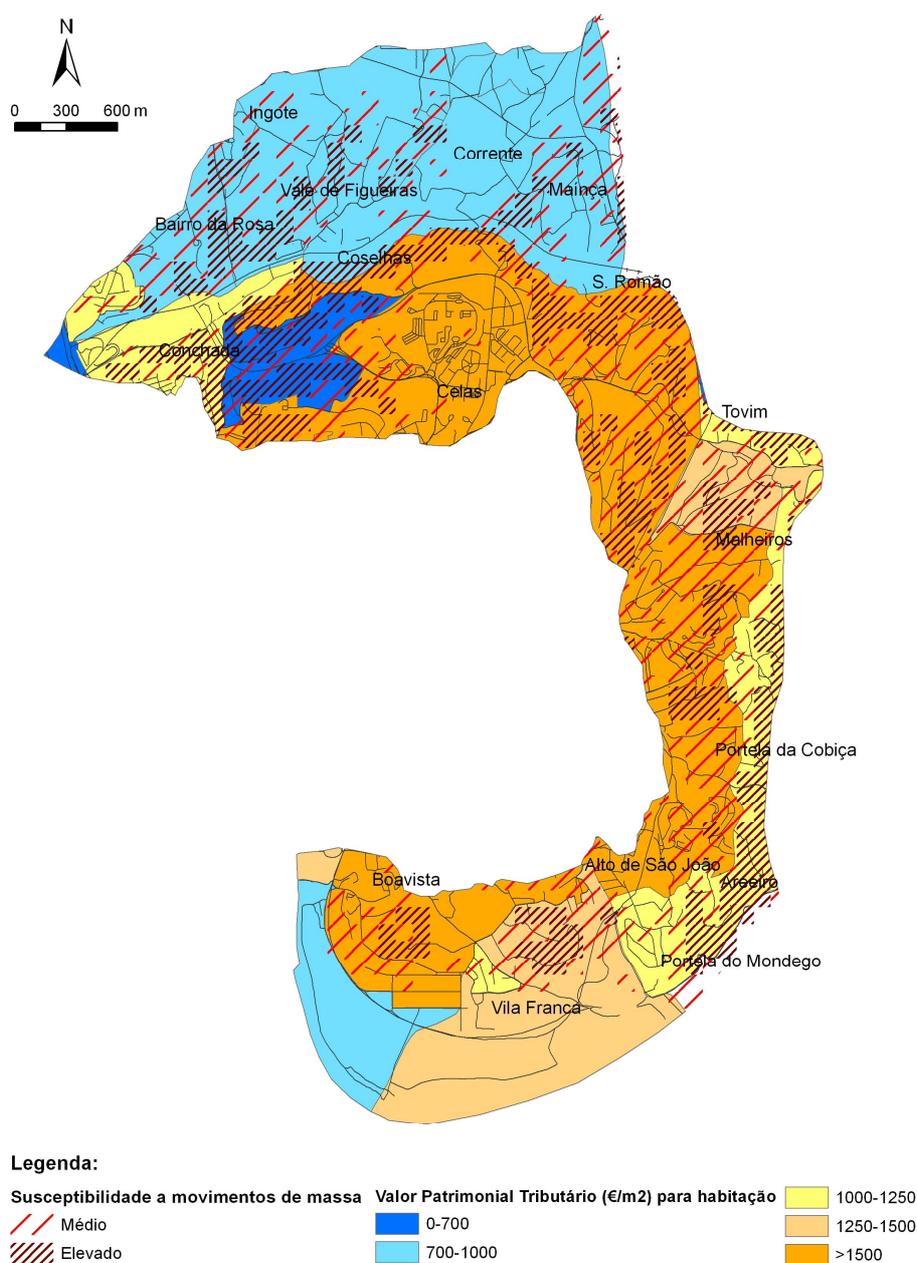


Fig. 45: Susceptibilidade de movimento de massa e o valor patrimonial tributário

Este facto constitui um aspecto relevante na análise da dicotomia susceptibilidade/vulnerabilidade, que se pretende aprofundar numa fase posterior da análise. Note-se que a susceptibilidade constitui apenas um parte da equação de avaliação do Risco.

Uma vez feito o diagnóstico em termos de susceptibilidade dos movimentos de massa, a questão seguinte que se coloca prende-se com a importância que se isso possa ter no sistema territorial. Pode-se apontar o clássico exemplo duma área com um nível de

susceptibilidade de movimentos de massa muito elevado, que não tem, e muito dificilmente poderá ter, ocupação humana. Nesse caso o nível de Risco será em muito atenuado pelo facto do impacto de um possível movimento de massa no sistema territorial ser reduzido.

A próxima fase passa pela avaliação do impacto que um possível movimento de massa pode ter no funcionamento do sistema territorial, algo que pode ser entendido como a avaliação do nível de vulnerabilidade.

Capítulo XI. Avaliação do Risco Geomorfológico - Vulnerabilidade

Formas de quantificar a Vulnerabilidade

Vulnerabilidade a movimentos de massa

Avaliação da Vulnerabilidade Social do caso de estudo

Avaliação da Vulnerabilidade Infraestrutural do caso de estudo

Vulnerabilidade a movimentos de massa do caso de estudo

XI.1 Formas de quantificar a Vulnerabilidade

No capítulo da Introdução o conceito de vulnerabilidade foi abordado numa perspectiva epistemológica. No presente contexto o principal objectivo é identificar no caso de estudo onde, quem e porquê é vulnerável.

São usados vários parâmetros para avaliar a Vulnerabilidade. Na tabela 19 encontram-se seleccionados aqueles que na recolha bibliográfica efectuada se consideraram de maior interesse para o presente trabalho. Na análise dos indicadores é importante ter em atenção os contextos socio-económicos para os quais os índices de vulnerabilidade foram pensados, assim como a escala. Pode-se apontar, como exemplo, o índice elaborado por S. Cutter (2003) para os EUA, onde foram tidas em conta variáveis como a percentagem de população hispânica, o que constitui claramente o exemplo de uma variável desajustada à realidade portuguesa.

Foram sublinhados a amarelo, os indicadores que na bibliografia analisada pareceram mais consentâneos com os objectivos do presente trabalho e com a realidade do caso de estudo.

Tabela 19: Variáveis de avaliação da Vulnerabilidade

Variáveis de avaliação da Vulnerabilidade		Autor
Variáveis		
Percepção do Risco		Davis (1994)
Capacidade de adaptação ao Risco		
Levantamento dos mecanismos de defesa, incluindo laços de parentesco, observância religiosa, obrigações sociais, reservas de emergência ao nível individual, familiar e comunitário		
Ligação entre a potencial perigosidade e factores ocupacionais		
Variáveis sócio - culturais	Estrutura etária e sexual	Ribeiro (1995)
	Estrutura sócio - profissional	
	Regime jurídico do alojamento	
	Níveis de ensino	
	Família	
	Grupos críticos	
Variáveis sócio - urbanísticas	Densidade (Índice de ocupação)	Ribeiro (1995)
	Ritmos e modos de utilização	
	Rácio habitacional/ não habitacional	
	Rácio população residente/população presente	
	Malha e tecido urbano	
	Equipamentos colectivos	
Variáveis sócio - culturais	Culturas de Risco específicas	Ribeiro (1995)
	Acções de formação (taxas de incidência)	
	Formação escolar	

Variáveis de avaliação da Vulnerabilidade

Variáveis	Mecanismos de comunicação	Autor	
Pessoas agrupadas segundo determinado tipo de residências		Morrow (1999)	
Os mais idosos, nomeadamente os mais frágeis			
Deficientes mentais e físicos			
Arrendatários			
Casas pobres			
Casas com mulheres como chefe de família			
Minorias étnicas (por causa da língua)			
Residentes recentes/imigrantes/migrantes			
Casa de várias assoalhadas			
Grande concentração de crianças/jovens			
Sem-abrigo			
Turistas e transeuntes			
Idade Média			Cutter (2003)
Rendimento per capita			
Valor médio de cada casa habitada			
Valor médio da renda de cada casa habitada			
N.º de médicos por cada 100000 hab			
Eleitores que votaram no partido vencedor (%)			
Taxa de natalidade (nascimentos por cada 1000hab)			
Taxa de migração internacional			
Terra arável em relação com o total da área em análise			
Indivíduos residentes afro-americanos (%)			
Indivíduos residentes americanos nativos (%)			
Indivíduos residentes asiáticos (%)			
Indivíduos residentes hispânicos (%)			
Indivíduos residentes com menos de 5 anos (%)			
Indivíduos residentes com mais de 65 anos (%)			
Indivíduos residentes desempregados (%)			
N.º médio de pessoas por família			
Famílias com um rendimento médio superior a \$75000 (%)			
Indivíduos residentes a viverem na pobreza (%)			
Alojamentos arrendados			
Indivíduos residentes a trabalharem na agricultura (%)			
Dívida do Governo local em relação rendimento			
Alojamentos móveis (%)			
Indivíduos residentes com mais de 25 anos sem ensino secundário (%)			
N.º de casas por milha quadrada			
N.º de licenças de construção em relação ao n.º de casas novas por milha quadrada			
N.º de fábricas por milha quadrada			
Lucros (em \$1,000) em todas as indústrias por milha quadrada			
N.º de estabelecimentos comerciais por milha quadrada			
Valor de todos os produtos e propriedades agrícolas vendidas por milha quadrada			
População activa (%)			
Indivíduos residentes empregados nas indústrias primárias extractivas (agricultura, pesca, minas e floresta) (%)			
Indivíduos residentes empregados no sector do transporte, comunicações, e outros serviços públicos (%)			
Indivíduos residentes empregados nos serviços (%)			
Indivíduos residentes em lares (%)			
N.º de hospitais comunitários per capita			
Varição populacional (%)			

Variáveis de avaliação da Vulnerabilidade

Variáveis	Autor		
População urbana (%)			
Indivíduos residentes do sexo feminino (%)			
Famílias com uma mulher como chefe de família, que não estão casadas (%)			
Beneficiários da Segurança Social per capita			
Fragilidade física ou exposição: Susceptibilidade de um determinado espaço construído ser afectado por um fenómeno perigoso devido à sua localização causado por se encontrar na sua área de influência ou por falta de resistência física	Omar (2004)		
Fragilidade socio-económica: a predisposição para sofrer danos causados pelos níveis de marginalidade e segregação social de determinados espaços construídos e as condições desvantajosas e de relativa fraqueza face a factores económicos e sociais			
Falta de resiliência: Limitações no que concerne ao acesso e mobilização de determinados recursos, e a sua incapacidade em responder no que diz respeito à absorção do impacto			
Bem-estar económico	Adger et al (2004)		
Saúde e nutrição			
Educação			
Infra-estruturas físicas		Densidade da rede viária em relação com as áreas despovoadas	
		Povoação sem acesso a rede de saneamento básico	
		População rural sem acesso a água potável	
Instituições, governação, conflito e "capital social"		Refúgios (% de pessoas por refúgio)	
		Controlo da corrupção	
		Eficácia governamental	
		Estabilidade política	
		Qualidade de Gestão	
		Legislação	
Factores demográficos e geográficos		Poder e Responsabilização	
		Dependência da Agricultura	Empregados na agricultura (% do total da pop.)
			População rural
			Explorações agrícolas
		Recursos naturais e ecossistemas	Áreas protegidas
	% de área florestal		
	Recursos aquíferos per capita		
Capacidade de recarga dos lençóis freáticos per capita			
% de terra despovoada			
Mudança de uso do solo em termos de floresta (% por ano)			
Capacidade Técnica			
Acesso limitado	Poder	ONU (2004) adapt. de Blaikie et al, (1994)	
	Estruturas		
	Recursos		
Ideologias	Sistemas políticos		
	Sistemas económicos		
Falta de	Instituições Locais		
	Treino		
	Habilidades apropriadas		
	Investimentos Locais		
	Mercados Locais		
	Liberdade de imprensa		
Forças Macro	Padrões éticos na vida pública		
	Rápida urbanização		
	Rápido crescimento da população		

Variáveis de avaliação da Vulnerabilidade

Variáveis		Autor
	Prazos de pagamento de dívidas	
	Desflorestação	
	Declínio na produtividade do solo	
Ambiente físico	Localizações perigosas	
	Edifícios e infra-estruturas frágeis	
Economia local frágil	Meios de subsistência em risco	
	Baixos níveis de rendimento	
Sociedade vulnerável	Determinados grupos de risco	
	Falta de instituições locais	
Ações públicas	Falta de preparação para desastres	
	Prevalência de doenças endémicas	
Presença, frequência e número absoluto de vidas humanas		Gomes (2003)
Infra-estruturas		
Funções produtivas e actividades (indústria)		
Física/ demográfica	Densidade populacional	Hahn (2003)
	Pressão demográfica	
	Espaços urbanos inseguros	
	Acesso a serviços básicos	
Social	Nível de pobreza	
	Taxa de Analfabetismo	
	Atitude	
	Descentralização	
Económica	Participação da comunidade	
	Base de recursos locais	
	Diversificação	
	Empresas de pequena dimensão	
Ambiente	Acessibilidade	
	Área florestal	
	Área degradada	
	Pressão excessiva do solo	
Identificação de limiares de danos		Eakin (2006)
Identificação dos Processos Causais e explicação dos atributos dos sistemas vulneráveis		
Estabelecimento de ligações entre os atributos e as consequências		
Cartografia da distribuição dos níveis de vulnerabilidade		
Classificação e comparação de vulnerabilidade		
Participação em associações políticas		

Para além dos indicadores mencionados, considera-se de interesse referir o Índice de Vulnerabilidade⁴³ (IV), um índice elaborado por Omar Cardona (2005), para a realidade norte-americana, que procura representar as condições de vulnerabilidade predominante através da desagregação em três dimensões: exposição em áreas susceptíveis, fragilidade socio-económica e a resiliência da comunidade, o que sob ponto de vista de

⁴³ The Prevalent Vulnerability Index

análise e de acção estratégica traz várias vantagens como a definição das áreas prioritárias de actuação.

$$IV = IV_{\text{exposição}} + IV_{\text{fragilidade socio-económica}} + IV_{\text{inv}}^{44} \text{ resiliência} / 3$$

O IV é o somatório de um conjunto de Índices, que se passam a expor.

IV exposição

Cardona (2005) considera que os melhores **indicadores para avaliar a exposição** são aqueles que têm em conta, essencialmente, a população em risco, bens, investimento, produção, meios de subsistência, monumentos históricos e actividades humanas. Os indicadores usados pelo autor para calcular a IV **exposição** foram os seguintes:

- Crescimento populacional, taxa de crescimento médio anual
- Crescimento urbano, taxa de crescimento médio anual
- Densidade populacional (hab/5km²)
- Pobreza, pessoas que vivem com menos de US\$1 por dia
- Capital armazenado em milhões de dólares americanos por cada 1000 km²
- Percentagem de importações e exportações de bens e serviços em relação com o Produto Interno Bruto⁴⁵ (PIB)
- Percentagem de investimento nacional em relação ao PIB⁴⁶
- Percentagem de terra arável e culturas permanentes em relação ao total de terra arável

IV fragilidade socio- económica

Trata-se de um indicador que tem como principal objectivo a avaliação do nível de possibilidade de acontecimentos perigosos, não só no que concerne à sua natureza, mas também no que se relaciona com a sua severidade.

⁴⁴ inv = inverso

⁴⁵ GDP – Gross Domestic Product

⁴⁶ No original: Gross domestic fixed investment as a percent of GDP

A **fragilidade socio-económica** pode ser representada por indicadores como a pobreza, falta de segurança pessoal, dependência, analfabetismo, desigualdade de rendimentos, desempregados, inflação, dívida e deterioração ambiental. Estes indicadores reflectem a capacidade de reacção em caso de desastre. Para calcular o IV⁴⁷ fragilidade socio- económica Cardona (2005) usou os seguintes indicadores:

- Índice de pobreza humana
- N.º de dependentes em relação com a população activa
- Desigualdade medida a partir do Coeficiente de Gini
- Percentagem de desempregados em relação com a população activa
- Inflação anual dos bens alimentares
- Importância anual da agricultura, em termos percentuais, no crescimento do PIB
- Peso da dívida pública, em termos percentuais, no PIB
- Degradação do solo causado pelas actividades humanas

IV^{inv} resiliência

Partindo do pressuposto que um elevado nível de vulnerabilidade é sinónimo de uma **baixa resiliência**, o autor considerou que o Índice relativo à resiliência encontra-se numa relação inversa no que concerne a indicadores como fragilidade socio- económica. Para avaliar a resiliência das comunidades, a sua capacidade de recuperar do impacto de um desastre, Cardona (2005), considerou os seguintes indicadores:

- Índice de Desenvolvimento Humano (Inv.)
- Índice de Desenvolvimento tendo em conta o género (Inv.)
- Percentagem de gastos em pensões, saúde e educação em relação com o PIB (Inv.)
- Índice de Governação (Kaufmann) (Inv.)
- Percentagem do valor de seguros de casas e infra-estruturas em relação com o PIB (Inv.)
- N.º de televisões por 1000 habitantes (Inv.)

⁴⁷ inv = inverso

- N.º de camas de Hospital por 1000 habitantes (Inv.)
- Índice de Sustentabilidade Ambiental (Inv.)

Na análise do Índice de Vulnerabilidade elaborado por Omar Cardona (2005) verifica-se que este não tem em conta **a componente perigosidade**, o que constitui um elemento importante, na medida em que uma comunidade pode ser muito vulnerável em caso de inundação e não o ser em caso de incêndio florestal.

Pelas razões já expostas, um dos objectivos que regem o presente trabalho é a avaliação dos níveis de vulnerabilidade a movimentos de massa na área de estudo previamente definidos.

XI.2 Vulnerabilidade a movimentos de massa

Na análise do histórico dos movimentos de massa⁴⁸, registados no período 1975-2005, verificou-se que as consequências dos movimentos de massa foram, essencialmente, de ordem económica. De um modo geral, os movimentos de massa que ocorrem na Europa têm uma baixa probabilidade de gerar acontecimentos catastróficos, entendidos como a perda de um número significativo de vidas humanas, mas têm consequências relevantes em termos sociais, económicos e ecológicos (Blöchl e Braun, 2005). Trata-se de uma concepção, também partilhada por Papathoma-Köhle (2007), que considera que enquanto os deslizamentos de terra na Europa provocam significativas perdas económicas, na Ásia e na América Latina provocam um número de perdas de vidas humanas muito elevado. Os dados apresentados não significam que na Europa os deslizamentos de terra não provoquem mortos. Segundo a Base de Dados de Desastres Internacional OFDA/CRED, foram registados na Europa, no período 1903 – 2004, 75 deslizamentos de terra que provocaram na Europa 16158 mortes, o que resulta numa média de 215 pessoas por ocorrência.

A vulnerabilidade a movimentos de massa pode ser expressa numa **escala económica** (monetária, quantitativa), ou **heurística** (qualitativa). A opção metodológica por uma **escala económica** implica a avaliação do preço de reparação ou substituição de

⁴⁸ Ver tabela 2, página 19

determinado bem, como também o seu valor intrínseco, isto é, a avaliação da importância do elemento em avaliação.

A **escala heurística** varia entre um patamar onde não se verificam danos e a perda total de bens e mortes. Para além disso, pode ser analisada numa perspectiva de impactos directos/indirectos.

No presente trabalho optar-se-á por avaliar a vulnerabilidade numa perspectiva estatística, cujos resultados se procurarão traduzir numa escala heurística.

Considera-se que a escala heurística apresenta maior conformidade com os objectivos do presente trabalho, na medida em que a escala económica apresenta maiores vantagens num contexto de pós – catástrofe, de quantificação das perdas provocadas por determinado movimento de massa. No presente contexto de elaboração de um modelo de previsão, as escalas heurísticas assumem maior utilidade, na medida em que possuem uma validade temporal maior que as escalas económicas. Pode-se apontar, como exemplo, que o valor económico de uma conduta de esgoto pode variar num espaço de meses, já para não referir que pode ser diferente de fornecedor para fornecedor. Para além disso, coloca-se a questão de como quantificar os danos económicos provocados por um movimento de massa, quantos cenários é necessário desenhar a fim de abranger desde o patamar em que não se verifica algum dano em qualquer elemento do sistema territorial até ao patamar de destruição completa de todos os elementos do sistema territorial.

No presente contexto, considera-se que a expressão de vulnerabilidade a movimentos de massa traduz-se no nível de impacto que um movimento de massa pode ter num determinado sistema territorial, algo que pode variar entre 0 (possibilidade de não haver perda e/ou manutenção do quotidiano dos residentes) e 1 (possibilidade de perda total e/ou total quebra do normal funcionamento do quotidiano dos residentes).

Em termos de **impactos directos** e imediatos, é importante distinguir dois níveis:

- **Pessoas:** pode-se apontar, como exemplo, uma pessoa ter de alterar o seu percurso diário entre o local de trabalho e o local de residência, devido ao corte de determinada via de trânsito, provocado pela ocorrência de um movimento de massa;

- **Infra-estruturas:** pode-se apontar, como exemplo, a necessidade de proceder a reparações em determinada via de trânsito, devido a estragos provocados por um movimento de massa.

Nota-se a existência de duas dimensões de análise, por um lado tem-se a possibilidade de dano/perda dos elementos físicos do território e por outro a possibilidade de um acontecimento afectar o quotidiano dos residentes.

No que concerne aos **impactos indirectos**, estes são, essencialmente, de ordem socio-económica.

Segundo Thomas Glade (2003), a avaliação da vulnerabilidade a movimentos de massa deve-se focar em relação a dois aspectos da vulnerabilidade: perdas económicas e vulnerabilidade em termos de vidas em perigo.

Considera-se importante ter em atenção que no território existem áreas urbanas com maior densidade em termos habitacionais, populacionais, de rede viária. Para além disso, nem todos os edifícios desempenham as mesmas funções, pode-se apontar, como exemplo, as creches onde, durante o dia, existe uma elevada concentração de crianças com menos de 3 anos. No espaço físico movem-se indivíduos, diferentes grupos, sendo uns mais vulneráveis que outros, que formam uma comunidade.

Constituem aspectos que contribuem para reforçar a concepção de que não faz sentido incluir no mesmo plano de avaliação variáveis como a densidade da rede viária e percentagem de indivíduos residentes que não sabem ler nem escrever.

Por conseguinte, a vulnerabilidade a movimentos de massa será avaliada segundo a equação que se passa a expor:

Vulnerabilidade a movimentos de massa = Vulnerabilidade social + Vulnerabilidade infra-estrutural

A **vulnerabilidade social** define-se por todos os factores que possam constituir uma ameaça ao bem-estar das populações, ou seja, que provocam mortes, feridos, interrupções no normal funcionamento do sistema e consequentes perdas económicas. Para além disso, também inclui os danos potenciais em termos físicos e sociais tendo em atenção os diferentes grupos da sociedade, tendo em conta factores como a idade,

género, raça e etnia, estrutura familiar, localização residencial assim como outras variáveis demográficas (Cutter, 2006).

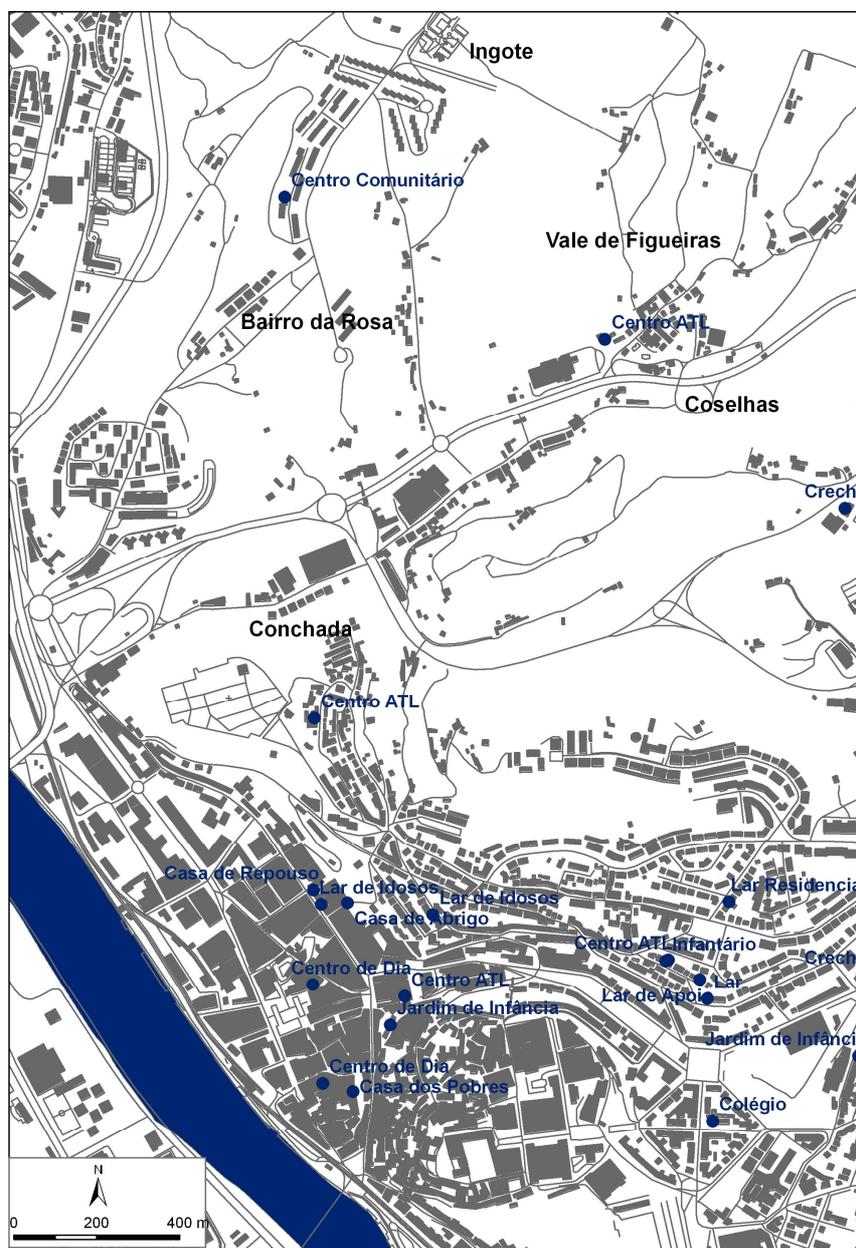


Fig. 46: Dinâmica territorial

Para além de Susan Cutter (2006), também a ONU (2004) associa o conceito de vulnerabilidade social com os níveis de bem-estar dos indivíduos, comunidades e sociedade. Neste sentido, na equação de avaliação da vulnerabilidade social serão incluídos elementos que caracterizam o indivíduo como sejam a idade, distribuição

territorial, nível de escolaridade, actividade económica, características dos alojamentos em que reside.

Considerou-se desadequada a inclusão dos alojamentos na vulnerabilidade infra-estrutural, na medida em que as características das habitações onde se reside constituem um reflexo do comportamento, do modo de vida dos seus residentes. Enquanto que o alojamento onde se reside se insere na esfera privada do indivíduo, o mesmo não se verifica em relação a outros factores como a densidade da rede viária, uma das variáveis a incluir na avaliação da vulnerabilidade infra-estrutural. Para além disso, tanto Susan Cutter (2003), como José Manuel Mendes (2007), incluem as características dos alojamentos e do edificado na avaliação da vulnerabilidade social.

A **vulnerabilidade infra-estrutural** abrange o conjunto de infra-estruturas fundamentais ao normal funcionamento do quotidiano de determinada comunidade que pode ser afectada por um deslizamento, semelhantes aos registados no período 1975-2005.

XI.2.1 Avaliação da Vulnerabilidade Social do caso de estudo

A vulnerabilidade social está relacionada com os níveis de bem-estar dos indivíduos, comunidades e sociedade. Inclui aspectos como os níveis de alfabetização e educação, a existência de paz e segurança, acesso aos direitos humanos básicos, sistemas de boa gestão, igualdade social, valores tradicionais positivos, costumes e crenças ideológicas e sistemas de organização colectiva (ONU, 2004).

No presente contexto a vulnerabilidade social será avaliada através da análise factorial, metodologia preconizada por autores como Cutter *et al* (2003), Mendes (2007) e Schmidtlein *et al* (2008), com algumas adaptações à realidade do caso do estudo, assim como, aos objectivos do presente trabalho.

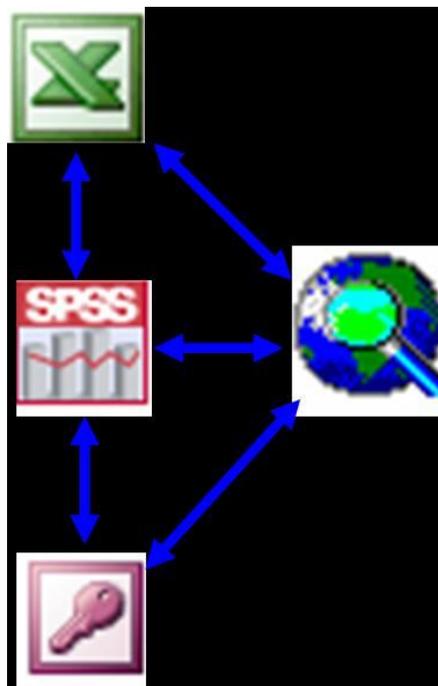
Trata-se de um modelo cuja elaboração implica os seguintes passos:

1. Normalização das variáveis, organizadas por subsecção estatística, aos denominados z-scores, cuja média é zero e desvio padrão é 1
2. Execução da análise factorial no SPSS

3. Da execução da análise factorial resulta, entre outros elementos, uma matriz de correlação dos dados, o que permite eliminar do universo em análise os dados redundantes
4. Uma vez eliminados os dados redundantes, executa-se, novamente, a análise factorial até que sejam atingidos determinados parâmetros considerados necessários para que a amostra seja considerada válida. Pode-se apontar, como exemplo, desses parâmetros uma taxa de variância superior a 60%, um KMO assim como os níveis de comunalidades com valores superiores a 0,6.
5. Interpretação das componentes resultantes no modo como estas influenciam a vulnerabilidade social, partindo de princípios de que enquanto que a variável relativa à percentagem de indivíduos que não sabem ler nem escrever terá um sinal positivo⁴⁹, a variável relativa à percentagem de indivíduos com curso superior completo terá um sinal negativo. Uma vez que os valores nem sempre apresentam a carga desejada, torna-se necessário escalar as componentes no sentido de que quanto mais elevado o resultado final da equação, mais elevada seja a vulnerabilidade social de determinado espaço.
6. Combinação dos scores factoriais resultantes da análise num único factor, o que significa que cada subsecção estatística vai ter um determinado valor, em termos de vulnerabilidade social
7. Exportação dos dados do SPSS para o ArcGis, a fim de que seja possível projectar os resultados no espaço. É de assinalar que a união entre a tabela exportada do SPSS e a tabela do ArcGis é feita através do código de cada subsecção estatística atribuída pela BGRI do INE
8. Classificação dos resultados finais da equação de avaliação da vulnerabilidade social será feita com base nos critérios usados por Cutter (2003), assim como Mendes (2007).

⁴⁹ Uma vez que contribui para aumentar a vulnerabilidade

Para um melhor entendimento da metodologia exposta, considera-se importante assinalar que o modelo supra - referido pretende aliar a estatística convencional⁵⁰ com a associação espacial, o que implica trabalhar com programas como o Excel, o SPSS, o Access e o ArcGis ao mesmo tempo. O Excel é útil na fase de recolha e organização de dados, note-se que a maior parte dos dados estatísticos encontram-se organizados neste programa. Uma vez reunidos e normalizados os dados, a próxima fase passa pela exportação dos dados para o SPSS onde se executa a análise factorial. Calculados os scores factoriais para cada unidade geográfica, a próxima fase passa pela exportação dos dados para o ArcGis, a fim de os projectar no espaço. Por uma questão de manutenção da integridade dos dados, em relação a aspectos como os



acentos, sugere-se que a base de dados em SPSS seja exportada para uma base de dados em formato Access, um tipo de ficheiro compatível com o ArcGis.

Fig. 47: A necessária interligação entre vários programas

O ArcGis releva-se útil na elaboração de modelos espaciais, na medida em que constitui um programa híbrido, neste caso, a cada unidade geográfica que é possível visualizar no mapa corresponde uma linha da base de dados que lhe está agregada. No entanto, este programa revela algumas fragilidades no que diz respeito ao tratamento estatístico dos dados, tornando-se necessário recorrer a programas como o SPSS.

Uma vez definidos os princípios metodológicos do modelo de avaliação da vulnerabilidade social, a fase seguinte passa pela sua aplicação.

Decorrente da bibliografia consultada, dos objectivos definidos e dos elementos disponíveis à escala pretendida, considerou-se o seguinte conjunto de dados como o mais pertinente para a avaliação da **vulnerabilidade social** aos movimentos de massa:

- Densidade populacional

⁵⁰ É considerado um modelo de estatística espacial, aquele em que se parte de um determinado conjunto de variáveis que vão sendo tratadas de acordo com as relações numéricas evidenciadas

- Densidade de alojamentos
- Densidade de edifícios
- Edifícios construídos antes de 1919 (%)
- Edifícios construídos entre 1919-1960 (%)
- Edifícios construídos entre 1960-1980 (%)
- Edifícios construídos entre 1980-2001 (%)
- Edifícios exclusivamente residenciais (%)
- Edifícios com 5 ou mais pavimentos (%)
- Edifícios com elementos resistentes de betão (%)
- Alojamentos clássicos de residência habitual arrendados (%)
- Indivíduos residentes com menos de cinco anos (%)
- Indivíduos residentes com idade igual ou superior a 65 anos (%)
- Indivíduos residentes que não sabem ler nem escrever (%)
- Indivíduos residentes com o ensino superior completo (%)
- Indivíduos residentes empregada no sector primário (%)
- Indivíduos residentes empregada no sector secundário (%)
- Indivíduos residentes empregada no sector terciário (%)
- Indivíduos residentes pensionistas ou reformados (%)
- Indivíduos residentes empregados (%)

Na intenção de evitar raciocínios redundantes, serão apontadas apenas algumas das razões que fundamentaram a selecção das variáveis listadas.

A *percentagem de residentes empregados* é considerada relevante, na medida em que uma pessoa que esteja empregada terá maior poder económico, algo que a tornará menos vulnerável. No entanto, é importante ter em atenção que a população activa não constitui uma massa homogénea, daí a necessidade de ser incluída a percentagem de residentes empregados por **sector de actividade** quem trabalha no sector primário será à partida mais vulnerável do que quem trabalhe no sector terciário. Pode-se apontar, como exemplo, que um deslizamento de terras pode destruir uma horta, afectando o sustento de determinado agregado familiar. Note-se que é possível observar no centro urbano vários espaços intersticiais.

Em termos do tipo de estrutura de edifício o INE disponibiliza os dados organizados segundo várias tipologias: edifícios com elementos resistentes de betão, edifícios com paredes de alvernaria argamassada, edifícios com paredes de alvernaria de pedras, de adobe ou taipa e edifícios com outros elementos resistentes (madeira, metálicos). Neste conjunto foi seleccionada a variável *a percentagem de edifícios com elementos resistentes de betão*, no sentido de obter os edifícios com materiais mais resistentes, o que significa que se uma determinada subsecção estatística apresentar uma percentagem de edifícios com elementos resistentes de betão na ordem dos 35%, isso significa que 65% dos edifícios do espaço em análise são construídos com elementos pouco resistentes a uma eventual catástrofe como a alvernaria argamassada.

No que concerne à **dimensão temporal da vulnerabilidade**, o presente trabalho tem como objectivo avaliar o nível de vulnerabilidade **na altura da catástrofe**, assim como no **momento posterior**.



Fig. 48: Linha temporal da catástrofe

É de assinalar que a selecção das variáveis depende do ponto, em termos de linha temporal da catástrofe, que se esteja a avaliar. Pode-se apontar, como exemplo, que no presente trabalho não foram incluídos elementos como percentagem de alojamentos familiares de residência habitual com esgotos, mas foram incluídos elementos como alojamentos clássicos de residência habitual arrendados.

Neste contexto, surge a questão: Qual a razão de **não considerar** *alojamentos familiares de residência habitual com esgotos* e **considerar** *alojamentos clássicos de residência habitual arrendados*?

No cenário de ocorrência de um movimento de massa, o facto do indivíduo viver numa casa com esgotos constitui um indicador de que num momento anterior apresenta um

menor grau de vulnerabilidade de que um outro indivíduo que vive numa casa sem esgotos. No entanto, **no momento** de um movimento de massa o facto da casa ter esgotos é irrelevante.

O indicador *alojamentos clássicos de residência habitual arrendados* encerra alguma ambiguidade. Num **momento anterior** a um possível movimento de massa um indivíduo que seja arrendatário é mais vulnerável que um indivíduo que viva em casa própria. Todavia, no **momento** de um possível movimento de massa, assim como em **altura posterior**, revela-se ambíguo na medida em que no caso de um movimento de massa provocar danos num alojamento, um arrendatário comunica ao senhorio a necessidade de cessação do contrato de arrendamento e procede à mudança para outro alojamento, sem ter de arcar com os custos de reparação do alojamento que foi danificado pelo movimento de massa. No entanto, existem nuances que fazem com que nem sempre isso seja assim. Note-se que na área em estudo se encontram localizados bairros sociais. Para além disso, existem casos em que as rendas são de valor abaixo do praticado no mercado (trata-se de rendas cujo valor foi fixado ao abrigo do Regime de Congelamento de Rendas⁵¹) e que no caso de um deslizamento de terras afectar essas habitações os seus inquilinos ficarão numa situação vulnerável.

Apesar de tudo, a percentagem de alojamentos clássicos de residência habitual arrendados será incluída como um elemento positivo, ou seja, na lógica de que quanto maior o valor desta variável, menor será o nível de vulnerabilidade. Considera-se que as duas situações referidas anteriormente constituem excepções à regra geral. Note-se que os bairros sociais se encontram localizados em determinados pontos da Zona Norte, o que significa que no contexto geral do caso de estudo não assumem uma expressividade relevante.

Numa primeira abordagem, o conjunto de dados apontado foi escolhido com base numa avaliação qualitativa, o que pode levar à integração de elementos irrelevantes para a análise.

⁵¹ O Decreto-Lei n.º 1097 de 23 de Novembro de 1914 proclamou o congelamento das rendas. A Lei n.º 46/85 de 20 de Setembro proclamou o princípio de actualização anual de todas as rendas, de acordo com os coeficientes a aprovar pelo Governo (artigo 6º). Tal significa que, embora com algumas actualizações, o Regime de Congelamento de Rendas se encontrou em vigor entre 1914 e 1985.

Como já foi referido, uma das formas de eliminar os dados redundantes do universo em análise pode ser através da matriz de correlações dos dados. É considerado existir redundância sempre que o valor da correlação entre as variáveis for superior a 0.7.

Tabela 20: Matriz de Correlações das variáveis usadas na avaliação da vulnerabilidade social

Variáveis	Código	Matriz de Correlações																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Densidade populacional (hab/ha)	1	1,00	0,998	0,999	0,03	0,00	0,01	0,03	-0,01	-0,01	0,01	-0,04	-0,02	0,03	0,03	-0,10	0,07	-0,04	0,00	0,15	-0,10
Densidade do edificado (edif/ha)	2	0,998	1,00	0,997	0,04	0,01	0,01	0,03	0,00	-0,05	-0,01	-0,04	-0,03	0,05	0,03	-0,11	0,08	-0,04	0,01	0,16	-0,11
Densidade habitacional (hab/alobj.)	3	0,999	0,997	1,00	0,03	0,00	0,02	0,04	-0,02	0,01	0,01	-0,03	-0,02	0,03	0,02	-0,09	0,07	-0,03	0,00	0,15	-0,10
Edifícios construídos antes de 1919 (%)	4	0,03	0,04	0,03	1,00	0,11	0,01	-0,07	-0,06	-0,13	-0,34	0,10	-0,05	0,22	0,07	-0,20	0,34	-0,28	0,01	-0,09	-0,23
Edifícios construídos no período 1919-60 (%)	5	0,00	0,01	0,00	0,11	1,00	0,58	-0,30	-0,06	-0,21	-0,63	0,47	-0,06	0,46	0,04	-0,33	0,43	-0,23	-0,06	0,10	-0,19
Edifícios construídos no período 1960-80 (%)	6	0,01	0,01	0,02	0,01	0,58	1,00	-0,39	-0,09	-0,08	-0,34	0,49	-0,23	0,47	-0,12	-0,34	0,43	-0,25	-0,11	0,13	-0,15
Edifícios construídos no período 1980-2000 (%)	7	0,03	0,03	0,04	-0,07	-0,30	-0,39	1,00	0,03	-0,05	0,18	-0,28	0,11	-0,17	-0,14	0,16	-0,07	-0,03	-0,07	0,01	-0,08
Edifícios exclusivamente residenciais (%)	8	-0,01	0,00	-0,02	-0,06	-0,06	-0,09	0,03	1,00	-0,37	-0,02	-0,06	-0,02	0,02	0,03	-0,05	-0,03	0,01	0,00	0,02	0,02
Edifícios com 5 ou mais pavimentos (%)	9	-0,01	-0,05	0,01	-0,13	-0,21	-0,08	-0,05	-0,37	1,00	0,26	-0,10	0,13	-0,21	-0,13	0,29	-0,23	0,14	-0,04	-0,12	0,19
Edifícios com elementos resistentes de betão (%)	10	0,01	-0,01	0,01	-0,34	-0,63	-0,34	0,18	-0,02	0,26	1,00	-0,48	-0,01	-0,39	-0,13	0,47	-0,45	0,25	0,05	-0,10	0,25
Alojamentos arrendados (%)	11	-0,04	-0,04	-0,03	0,10	0,47	0,49	-0,28	-0,06	-0,10	-0,48	1,00	0,01	0,33	0,07	-0,44	0,32	-0,22	-0,08	0,07	-0,21
Indivíduos residentes com menos de 5 anos (%)	12	-0,02	-0,03	-0,02	-0,05	-0,06	-0,23	0,11	-0,02	0,13	-0,01	0,01	1,00	-0,34	0,36	-0,02	-0,27	0,18	-0,10	0,05	0,12
Indivíduos residentes com mais de 65 anos (%)	13	0,03	0,05	0,03	0,22	0,46	0,47	-0,17	0,02	-0,21	-0,39	0,33	-0,34	1,00	0,09	-0,44	0,80	-0,46	0,09	0,08	-0,44
Indivíduos residentes que não sabem ler nem escrever (%)	14	0,03	0,03	0,02	0,07	0,04	-0,12	-0,14	0,03	-0,13	-0,13	0,07	0,36	0,09	1,00	-0,37	-0,04	0,31	0,67	0,00	-0,13
Indivíduos residentes com o ensino superior completo (%)	15	-0,10	-0,11	-0,09	-0,20	-0,33	-0,34	0,16	-0,05	0,29	0,47	-0,44	-0,02	-0,44	-0,37	1,00	-0,54	0,31	-0,11	-0,34	0,51
Indivíduos residentes pensionistas e reformados (%)	16	0,07	0,08	0,07	0,34	0,43	0,43	-0,07	-0,03	-0,23	-0,45	0,32	-0,27	0,80	-0,04	-0,54	1,00	-0,68	-0,09	0,14	-0,61
Indivíduos residentes empregados (%)	17	-0,04	-0,04	-0,03	-0,28	-0,23	-0,25	-0,03	0,01	0,14	0,25	-0,22	0,18	-0,46	0,31	0,31	-0,68	1,00	0,30	-0,05	0,63
Indivíduos residentes empregados no sector primário (%)	18	0,00	0,01	0,00	0,01	-0,06	-0,11	-0,07	0,00	-0,04	0,05	-0,08	-0,10	0,09	0,67	-0,11	-0,09	0,30	1,00	-0,11	-0,26
Indivíduos residentes empregados no sector secundário (%)	19	0,15	0,16	0,15	-0,09	0,10	0,13	0,01	0,02	-0,12	-0,10	0,07	0,05	0,08	0,00	-0,34	0,14	-0,05	-0,11	1,00	-0,42
Indivíduos residentes empregados no sector terciário (%)	20	-0,10	-0,11	-0,10	-0,23	-0,19	-0,15	-0,08	0,02	0,19	0,25	-0,21	0,12	-0,44	-0,13	0,51	-0,61	0,63	-0,26	-0,42	1,00

O valor da diagonal principal é igual ao valor 1 devido à perfeita correlação entre as mesmas variáveis. Na análise da tabela, observa-se uma forte correlação linear positiva entre as variáveis *densidade habitacional*, *densidade populacional* e *densidade do edificado*. Por conseguinte, é necessária a exclusão de duas variáveis, que neste caso será a *densidade habitacional* e a *densidade do edificado*. Esta opção fundamenta-se em aspectos como o facto de existirem alojamentos vagos, fazendo com que se torne mais relevante incluir a densidade populacional em vez da densidade habitacional.

Para além deste caso, também se verifica uma redundância entre a *percentagem de pensionistas e reformados* e a *percentagem de indivíduos residentes com mais de 65 anos*. Neste caso será excluída a primeira variável, uma vez que se considera mais importante isolar os grupos que possam possuir maiores fragilidades, como são os indivíduos residentes com mais de 65 anos.

Tal como era pretendido, a matriz de correlações veio evidenciar redundâncias que não foram detectadas aquando da selecção dos dados de cariz qualitativo.

Para o presente caso, o método de rotação utilizado foi o *Varimax*, com uma taxa de variância explicada na ordem dos 79%, constituído por 5 factores, e todas as comunalidades com um valor superior a 0.6.

Na análise das variáveis seleccionadas verifica-se que não têm todas a mesma **carga**, enquanto que nalguns casos observa-se que quanto **maior** for a sua percentagem **maior** será o nível de vulnerabilidade social, noutros casos observa-se uma relação inversa com o nível de vulnerabilidade, ou seja, quanto **maior** a percentagem **menor** será o nível de vulnerabilidade social. Constitui um aspecto que é necessário ter em conta na avaliação da vulnerabilidade.

Tabela 21: Variáveis usadas na avaliação da vulnerabilidade social e sua conotação

Variáveis	Conotação
Densidade populacional	
Edifícios construídos antes de 1919 (%)	
Edifícios construídos entre 1919-1960 (%)	
Edifícios construídos entre 1960-1980 (%)	
Edifícios construídos entre 1980-2001 (%)	
Edifícios exclusivamente residenciais (%)	
Edifícios com elementos resistentes de betão (%)	

Variáveis	Conotação
Alojamentos clássicos de residência habitual arrendados (%)	
Indivíduos residentes com idades entre 0-5 anos (%)	
Indivíduos residentes com idade igual ou superior a 65 anos (%)	
Indivíduos residentes pensionistas ou reformados (%)	
Indivíduos residentes que não sabem ler nem escrever (%)	
Indivíduos residentes com o ensino superior completo (%)	
Indivíduos residentes empregados no sector primário (%)	
Indivíduos residentes empregados no sector secundário (%)	
Indivíduos residentes empregados no sector terciário (%)	
Indivíduos residentes empregados (%)	

	Quanto maior o valor da variável, maior o nível de vulnerabilidade
	Quanto maior o valor da variável, menor o nível de vulnerabilidade

As variáveis foram estandardizadas e escaladas, no sentido de que quanto maior fosse o valor do resultado, maior seria o nível de vulnerabilidade social.

Pela análise da matriz rodada de componentes verifica-se que é necessário escalar o factor 1, uma vez que apenas esse é constituído, predominantemente, por variáveis que contribuem para a diminuição da vulnerabilidade.

Tabela 22:Matriz Rodada de Componentes

Variáveis	Factores				
	1	2	3	4	5
Indivíduos residentes empregados no sector terciário (%)	0,858	0,130	0,254	-0,038	-0,066
Indivíduos residentes com curso superior completo (%)	0,853	-0,202	-0,143	-0,043	-0,078
Edifícios com elementos resistentes de betão (%)	0,688	-0,242	0,018	0,379	-0,163
Edifícios exclusivamente residenciais (%)	0,527	0,338	0,234	0,439	0,270
Edifícios construídos entre 1960 e 1980 (%)	0,046	0,888	-0,073	-0,012	-0,102
Edifícios construídos entre 1919 e 1960 (%)	-0,189	0,796	0,043	-0,211	-0,033
Indivíduos residentes com idade superior a 65 anos (%)	-0,022	0,709	0,034	0,310	0,237
Indivíduos residentes sem saber ler nem escrever (%)	-0,077	0,084	0,855	0,050	0,098
Indivíduos residentes com idade inferior a 5 anos (%)	0,211	-0,109	0,810	0,084	-0,103
Indivíduos residentes empregados no sector secundário (%)	-0,135	0,289	0,184	0,715	-0,226
Edifícios construídos entre 1980 e 2000 (%)	0,240	-0,306	-0,026	0,662	0,075
Edifícios construídos antes de 1919 (%)	-0,146	0,002	0,000	-0,069	0,921

Através da matriz rodada de componentes também é possível identificar as variáveis que influenciam o resultado final da equação de avaliação da vulnerabilidade, como a percentagem de indivíduos residentes empregados no sector terciário, a percentagem de indivíduos residentes com o ensino superior completo e a percentagem de edifícios exclusivamente residenciais.

Cada subsecção estatística possui um determinado score nos diversos factores, cuja soma resulta no valor em termos de vulnerabilidade social.

Os scores factoriais são obtidos para cada caso usando as respostas observadas em cada variável as quais se estandardizam, subtraindo ao valor observado a respectiva média e dividindo o total pelo respectivo desvio padrão (Gageiro, 2005).

A subsecção estatística foi considerada como a unidade geográfica base mais adequada, uma vez que constitui a unidade territorial que identifica a mais pequena área homogénea, de construção ou não, existente dentro da secção estatística, corresponde ao quarteirão nas áreas urbanas, ao lugar ou parte do lugar nas áreas rurais, ou a áreas residuais que podem conter ou não alojamentos isolados (INE, 2007).

A metodologia de hierarquização dos resultados finais foi feita com base na adoptada por Susan Cutter (2003):

Muito Baixo: $< \bar{X}^{52} - 1 \text{ D.P.}^{53}$

Baixo: $\bar{X} - 1 \text{ D.P. a } \bar{X} - 0.5 \text{ D.P.}$

Médio: $\bar{X} - 0.5 \text{ D.P. a } \bar{X} + 0.5 \text{ D.P.}$

Elevado: $\bar{X} + 0.5 \text{ D.P. a } \bar{X} + 1 \text{ D.P.}$

Muito Elevado: $> \bar{X} + 1 \text{ D.P.}$

⁵² Média aritmética

⁵³ D.P.: Desvio Padrão

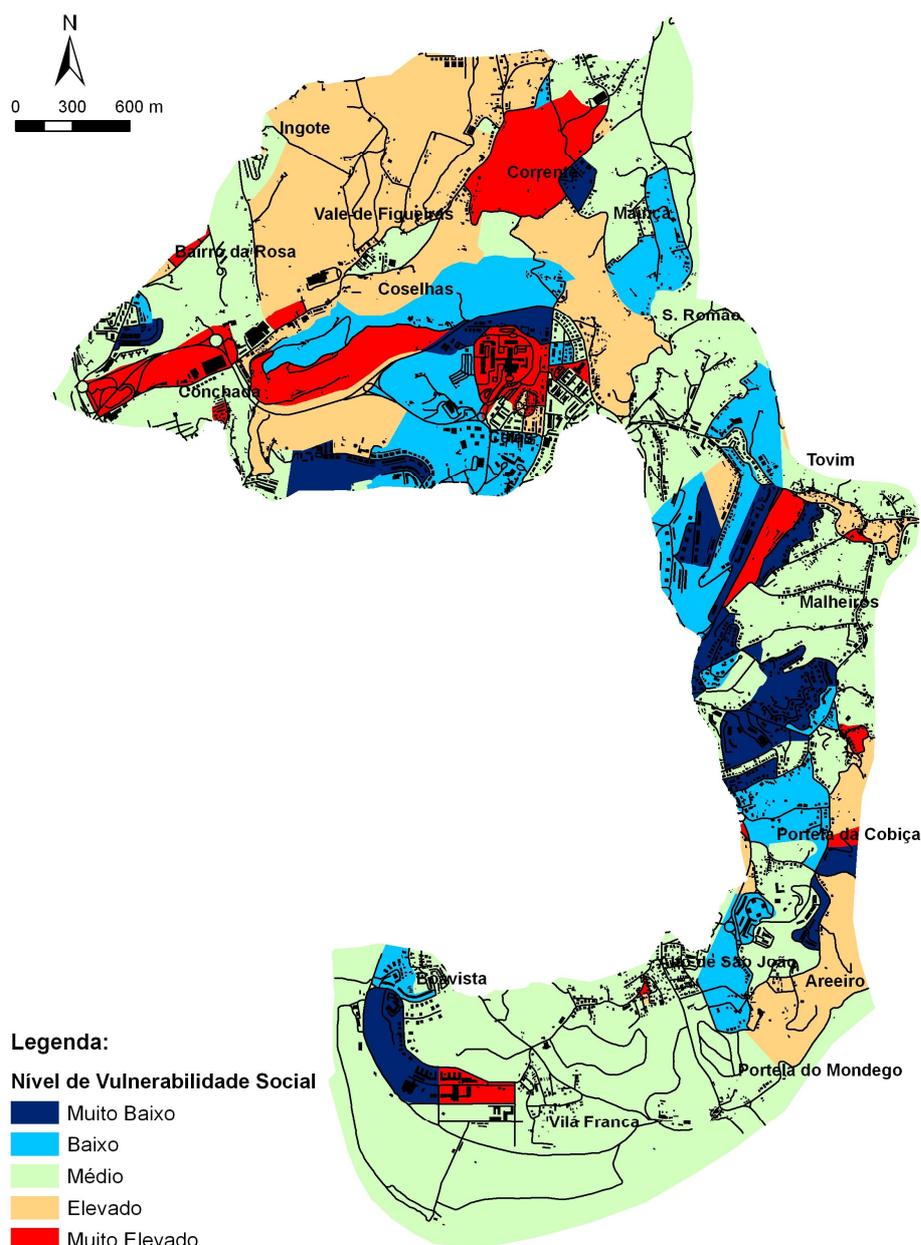


Fig. 49: Vulnerabilidade Social do caso de estudo

Na observação da figura, verifica-se que é na vertente norte do Vale de Coselhas onde se registam os níveis mais elevados em termos de vulnerabilidade social. No que concerne a zonas com um nível de vulnerabilidade muito baixo evidenciam-se a Avenida Elísio de Moura assim como na área da Urbanização do Tamonte. É de assinalar que apesar dos HUC constituírem uma área sensível em termos de vulnerabilidade social, o mesmo não se verifica na sua área envolvente, nomeadamente a Noroeste e a Sul.

Na análise dos dados é importante ter em atenção os casos em que duas áreas apresentam o mesmo nível de vulnerabilidade social por razões diferentes. Pode-se apontar o caso da Conchada e da Corrente. Enquanto que a Conchada apresenta um nível de vulnerabilidade social muito elevado devido, essencialmente, ao facto de possuir um parque habitacional antigo, assim como uma percentagem de indivíduos residentes com idade superior a 65 anos acima da média (factor 2). O lugar da Corrente apresenta um nível de vulnerabilidade social muito elevado devido ao facto de apresentar valores abaixo da média em termos de, por exemplo, percentagem de indivíduos residentes empregados no sector terciário ou percentagem de indivíduos residentes com curso superior completo.

Tabela 23: Nível de vulnerabilidade social e sua importância no caso de estudo em termos percentuais

Nível de vulnerabilidade social	%
Muito Baixo	7.4
Baixo	14.4
Médio	48.5
Elevado	21.3
Muito Elevado	8.4

Pela análise da tabela verifica-se que a maior parte, 48.5%, da área do caso de estudo apresenta um nível de vulnerabilidade social médio.

Em termos de vulnerabilidade social o caso de estudo apresenta valores que suscitam maior atenção, na medida em que 30% da área do caso de estudo apresenta um nível de vulnerabilidade social elevado a muito elevado.

XI.2.2 Avaliação da Vulnerabilidade Infraestrutural do caso de estudo

A **vulnerabilidade infraestrutural** abrange o **conjunto de infra-estruturas fundamentais ao normal funcionamento do sistema socio-económico de determinada comunidade**. Em última análise poder-se-á afirmar que uma área com uma elevada concentração de infra-estruturas apresenta um nível de vulnerabilidade infraestrutural muito mais elevado em comparação com uma área desprovida de infra-estruturas. Note-se que o conceito de vulnerabilidade pode ser definido como o impacto,

em termos do grau de danos ou perdas, num determinado sistema territorial provocados por um acontecimento danoso. No caso da vulnerabilidade infraestrutural será o grau de danos ou perdas em termos de infra-estruturas fundamentais ao normal funcionamento do sistema socio-económico de determinada comunidade. Neste sentido, quanto maior for a densidade de infra-estruturas de um espaço, maior será o seu nível de vulnerabilidade infraestrutural. Note-se que se está a analisar a vulnerabilidade infraestrutural e não a social. No caso da vulnerabilidade social verifica-se uma relação inversa entre o nível de vulnerabilidade e variáveis como a densidade da rede viária, ou seja, um valor em termos de densidade da rede viária contribui para diminuir o nível de vulnerabilidade.

Pode-se apontar o exemplo de um estabelecimento de ensino que seja afectado por um movimento de massa. A ocorrência de um movimento de massa pode implicar a interrupção das aulas, com todas as consequências que isso acarreta, para além disso, os estragos provocados também são maiores do que no caso de uma moradia. **O facto de estar localizado um estabelecimento de ensino em determinado local torna-o um ponto sensível em termos de vulnerabilidade infraestrutural.**

É ainda de assinalar que a esta escala de análise determinada infra-estrutura, como um reservatório de água, não serve somente a população que reside na subsecção estatística onde este se encontra localizado.

Na avaliação da vulnerabilidade infraestrutural foram tidas em conta as seguintes variáveis:

- Densidade de equipamentos sociais (n.º/ha)
- Densidade de equipamentos de saúde (n.º/ha)
- Densidade de equipamentos escolares (n.º/ha)
- Densidade das linhas eléctricas de média e alta tensão (m/ha)
- Densidade de reservatórios de água (n.º/ha)
- Densidade de adutoras de água (m/ha)
- Densidade da rede viária (m/ha)
- Densidade do caminho-de-ferro (m/ha)
- Densidade de unidades industriais (unidades industriais/ha)

- Densidade de unidades comerciais (unidades comerciais/ha)
- Densidade de usos públicos (usos públicos/ha)

Na linha do que tem vindo a ser exposto, a lógica subjacente à escolha destas variáveis é de que quanto maior a sua densidade maior será o nível de vulnerabilidade infra-estrutural desse território, na medida em que mais pontos poderão ser danificados /destruídos afectando o normal funcionamento do sistema socio-económico, deverão assumir um nível de maior prioridade em termos de gestão do risco. Pode-se apontar, como exemplo, que quanto maior for a densidade da rede viária maior o número de pontos que poderão ser afectados e alterar o normal funcionamento do sistema viário.

As variáveis foram ponderadas segundo a metodologia AHP⁵⁴, durante a aplicação do qual variáveis como a densidade de equipamentos sociais assumiu maior peso que variáveis como a densidade das adutoras de água.

A metodologia usada para agrupar os resultados finais foi a mesma que a usada para agrupar os valores obtidos relativamente à vulnerabilidade social.

Pela observação da tabela, verifica-se que 61% do caso de estudo apresenta um nível de vulnerabilidade infraestrutural baixo a muito baixo e 10% apresenta um nível de vulnerabilidade infraestrutural de nível elevado a muito elevado.

Tabela 24: Vulnerabilidade infraestrutural e sua importância no caso de estudo em termos percentuais

Nível de vulnerabilidade infraestrutural	%
Muito Baixo	15,2
Baixo	46,2
Médio	28,2
Elevado	6,3
Muito Elevado	4

Na análise da figura 50 verifica-se que equipamentos como os HUC surgem como um ponto muito vulnerável. Na análise do histórico das consequências dos movimentos de massa registados no período 1975-2005 verificou-se que nenhum deles provocou

⁵⁴ Considerou-se o AHP como a melhor opção metodológica, na medida em que constitui um bom método na atribuição de pesos às diferentes variáveis com diferente importância na vulnerabilidade infraestrutural

HUC apresentem elevados níveis de vulnerabilidade. No Bairro Monte Formoso e Casa do Sal observa-se uma concentração de unidades económicas, que tornam esta área vulnerável.

XI.2.3 Vulnerabilidade a movimentos de massa do caso de estudo

Seguindo os pressupostos previamente estabelecidos, a vulnerabilidade a movimentos de massa é avaliada segundo a seguinte equação:

$$\text{Vulnerabilidade a movimentos de massa} = \text{Vulnerabilidade social} + \text{Vulnerabilidade infra-estrutural}$$

Numa primeira abordagem verifica-se que 56% da área do caso de estudo apresenta um nível de vulnerabilidade a movimentos de massa médio, trata-se de um valor elevado que suscita. Embora cada caso possua as suas especificidades, as áreas com um nível de vulnerabilidade de massa médio constituem áreas que, apesar de possuírem elementos positivos, possuem fragilidades⁵⁵ que não devem ser descuradas. É de notar que estes dados deverão ser articulados com o nível de susceptibilidade de cada área.

Tabela 25: Vulnerabilidade a movimentos de massa e sua importância em termos percentuais

Nível de vulnerabilidade a movimentos de massa	%
Muito Baixo	10
Baixo	21
Médio	56
Elevado	6
Muito Elevado	7

Na análise da tabela, verifica-se que 13% da área do caso de estudo possui um nível de vulnerabilidade a movimentos de massa elevado a muito elevado. Trata-se de áreas em que se verifica a conjugação de vários factores negativos, que se poderão revelar decisivos para o surgimento de uma situação de crise.

⁵⁵ Identificáveis através da desmontagem da fórmula

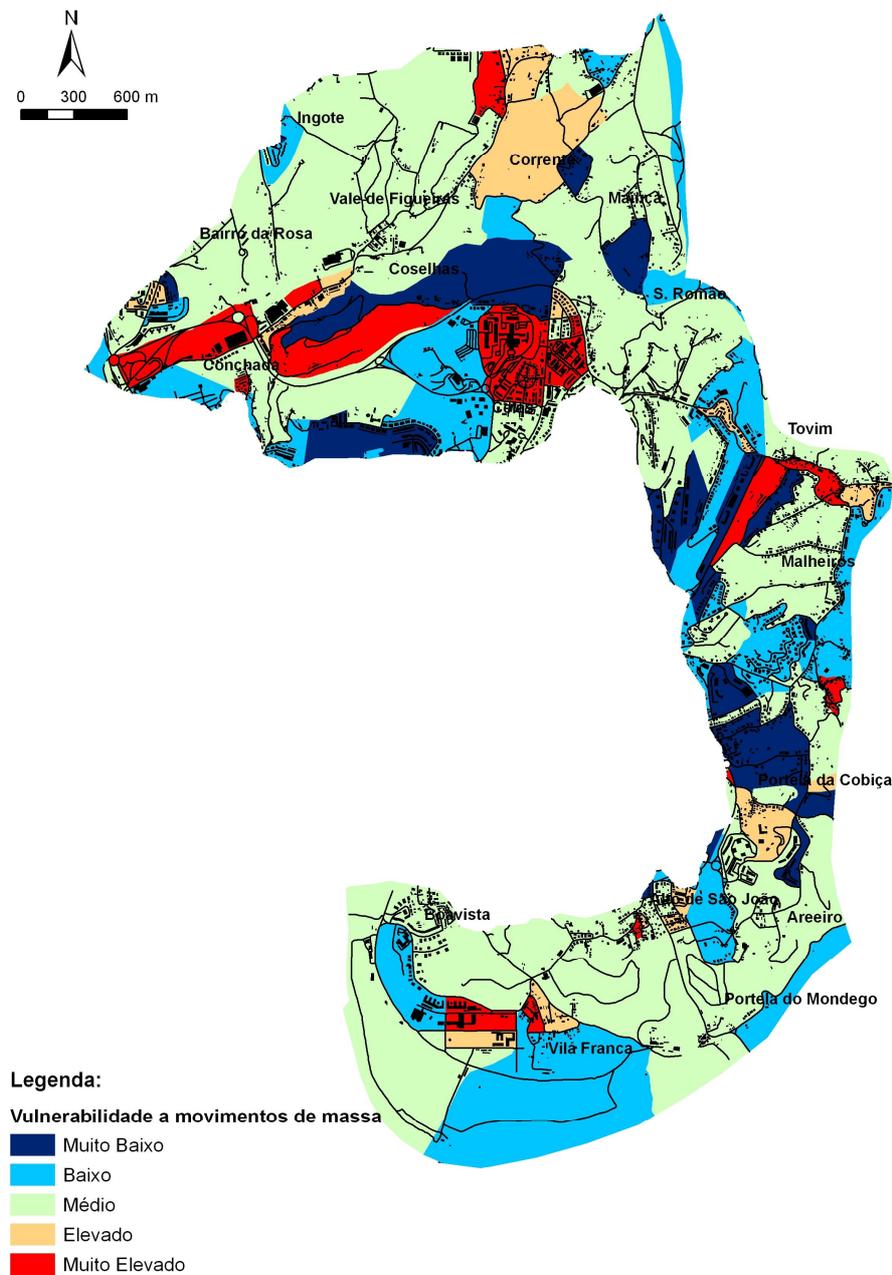


Fig. 51: Vulnerabilidade a movimentos de massa

Numa primeira abordagem, em termos de elevados níveis de vulnerabilidade a movimentos de massa no caso de estudo, são de salientar os HUC e o Pólo II da Universidade de Coimbra.

São de assinalar também áreas como a Solum e o Alto de São João com uma elevada vulnerabilidade infraestrutural e uma baixa vulnerabilidade social o que, no cômputo final, acaba por resultar numa vulnerabilidade a movimentos de massa de nível baixo.

A vertente Norte do Vale de Coselhas constitui um caso com níveis de vulnerabilidade infraestrutural baixos e níveis de vulnerabilidade social médios e elevados, que no cômputo final resulta num nível de vulnerabilidade médio.

Estes dados vão ao encontro dos padrões espaciais que transpareceram no capítulo relativo à caracterização do caso de estudo por lugares.

No entanto, decorrente desta análise pode surgir a questão de até que ponto será correcto afirmar que determinada comunidade é socialmente vulnerável, mas que essa vulnerabilidade é atenuada pelo facto de estar desprovida de infra-estruturas.

Constitui uma questão que pode ser respondida de diversas formas, uma delas é que o caso de estudo tem uma área de, aproximadamente, 12km², o que significa que, o facto de determinado indivíduo não ter um estabelecimento de ensino ao lado da sua residência, mas a 2000m, não o torna mais vulnerável em comparação com um indivíduo que resida ao lado de uma escola. No entanto, pelas razões anteriormente expostas, o facto de num determinado local se encontrar uma escola torna-o mais vulnerável, sob o ponto de vista infraestrutural.

É da **dicotomia** existente entre a **vulnerabilidade social**, que se baseia, essencialmente, nas características das pessoas, e a **vulnerabilidade infraestrutural**, que assenta no modo como o território se encontra organizado, que resulta a vulnerabilidade aos movimentos de massa. Pode-se afirmar que num lado da equação tem-se as pessoas e que no outro elemento da equação tem-se o território.

Embora o presente trabalho consista num exercício de cariz académico, é de notar que esta dualidade pode ter algum relevo em termos de actuação das entidades públicas. Num plano de prevenção de riscos, a identificação das áreas de maior concentração de infra-estruturas e/ou da população mais vulnerável pode constituir um elemento relevante na definição de prioridades.

Capítulo XII. Riscos Geomorfológicos – Susceptibilidade X Vulnerabilidade

Risco de movimento de massa e espaço urbano

Risco de movimento de massa e planeamento do território

Gestão do risco de movimento de massa - “um jogo a várias mãos”

Na análise dos resultados finais verifica-se que 21%⁵⁷ da área do caso de estudo apresenta um nível de risco de movimento de massa elevado e 17% se encontra num nível de risco muito baixo. Observam-se casos como o da **Avenida Elísio de Moura** onde se verificou um valor **elevado** no que concerne à **susceptibilidade a movimentos de massa** e um valor **muito baixo** em termos de **vulnerabilidade**, o que resultou num nível de **risco de movimento de massa médio**. Para além destes, também é considerado um exemplo interessante o caso dos **HUC**, que apresenta um valor **muito baixo em termos de susceptibilidade a movimentos de massa** e um valor **elevado em termos de vulnerabilidade**, o que resultou num nível de **risco de movimento de massa baixo**. Constituem exemplos com os quais se pretende demonstrar o funcionamento da dicotomia susceptibilidade/ vulnerabilidade.

No presente contexto, uma das questões que se coloca é **qual o significado de uma zona apresentar um risco de movimento de massa elevado**. Embora esse aspecto não tenha sido aprofundado em relação à susceptibilidade nem em relação à vulnerabilidade, considera-se pertinente abordá-lo em relação aos resultados **finais** da equação.

Zonas de risco de movimento de massa elevado: Os acontecimentos apresentam uma baixa intensidade, mas as condições físicas do espaço oferecem uma elevada probabilidade de ocorrência. As pessoas encontram-se em risco, essencialmente, quando se encontram fora dos edifícios. Os edifícios podem sofrer danos ao ponto de ficarem inabitáveis.

Zonas de risco de movimento de massa médio: As pessoas correm o risco de ferimentos no exterior dos edifícios, no interior destes o risco é praticamente nulo. Existe a possibilidade dos edifícios sofrerem danos provocados por um movimento de massa. No entanto, não serão danos muito relevantes, com excepção das situações em que os edifícios não possuam uma boa estrutura.

Zonas de risco de movimento de massa baixo: A possibilidade das pessoas ou dos edifícios sofrerem danos é baixa. Pode-se observar alguns pequenos danos nos edifícios,

⁵⁷ Uma percentagem na ordem dos 21% pode parecer irrelevante, contudo deixa de o ser quando se analisa a tabela de todos os danos causados pelos deslizamentos ocorridos no período 1975 - 2005

que muito dificilmente afectarão a sua estrutura. Trata-se de áreas onde o risco de movimento de massa assume um cariz residual.

Zonas de risco de movimento de massa muito baixo: Constituem áreas onde o risco de movimento de massa é inexistente ou praticamente nulo.

Nesta fase do trabalho é confirmada a hipótese de trabalho que a definição das áreas de maior risco constituem um instrumento do ordenamento do território e não um objectivo final.

De facto, foram identificadas as zonas de maior risco de movimento de massa, foi quantificada a sua importância percentual no caso de estudo, contudo tal não pode ser considerado um objectivo final, mas uma etapa de um processo que visa um melhor ordenamento do território.

Na sobreposição das áreas de risco de movimento de massa e o espaço urbano pode chegar-se ao ponto em que se verifica que determinado **área com um risco de nível médio** revela-se com um **nível de prioridade superior** a uma **área com um risco de nível elevado**.

XII.1 Risco de movimento de massa e espaço urbano

No presente contexto, surgem questões como qual a relação entre o espaço urbano e as áreas com risco de movimento de massa de nível médio a elevado. Para além disso, considera-se importante a análise não só do **momento actual**, mas também de **cenários futuros**. Um espaço pode não se apresentar como problemático no momento actual, mas poderá vir a sê-lo no futuro, caso não sejam tomadas medidas.

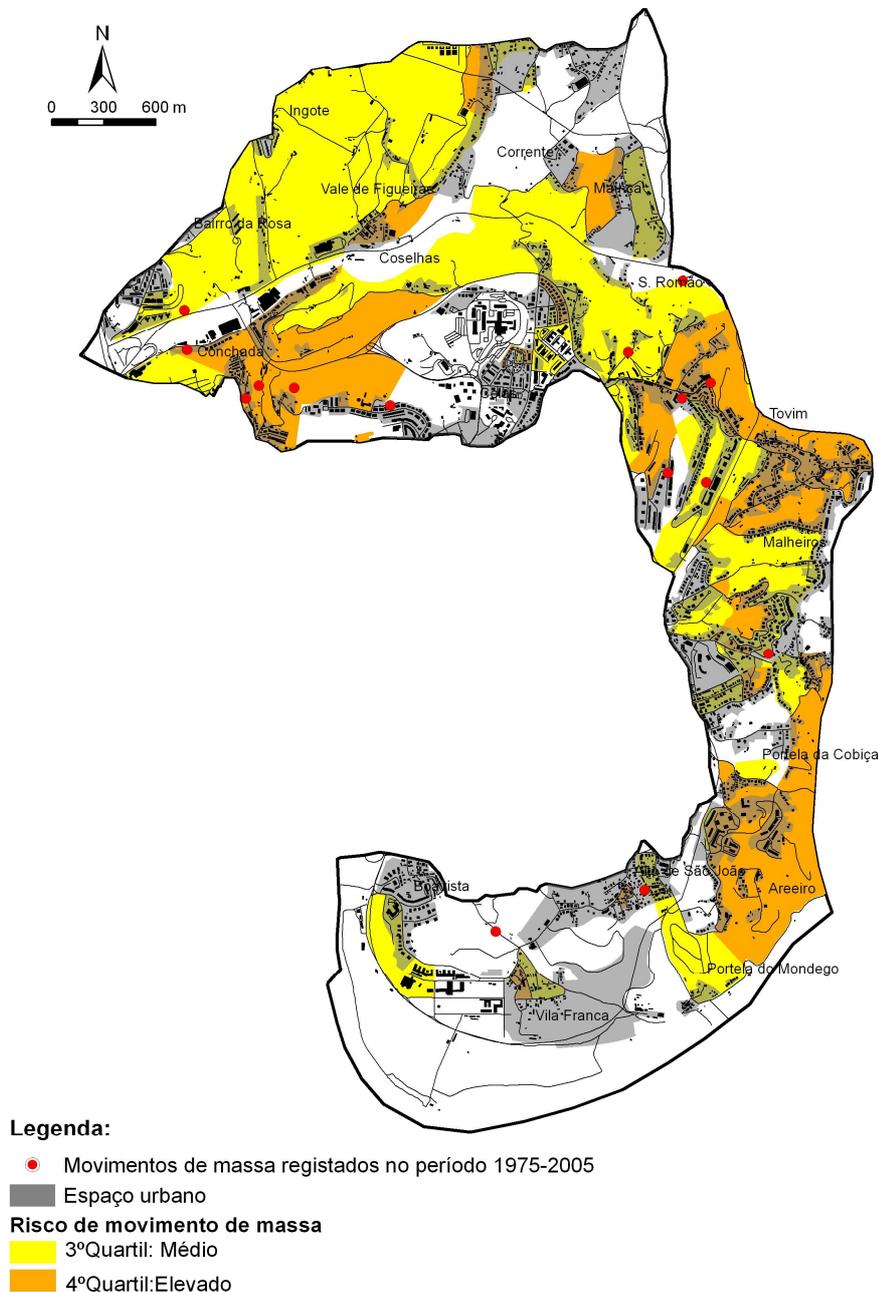


Fig. 53: Risco de movimento de massa e espaço urbano

A figura 53 evidencia um conjunto de situações diferentes que importa assinalar. No que concerne à **Conchada** verifica-se que se trata de uma área com uma baixa densidade em termos de ocupação edificada, sendo de notar que no período de 1975 – 2005 foram registados neste lugar urbano um elevado número de movimentos de massa.

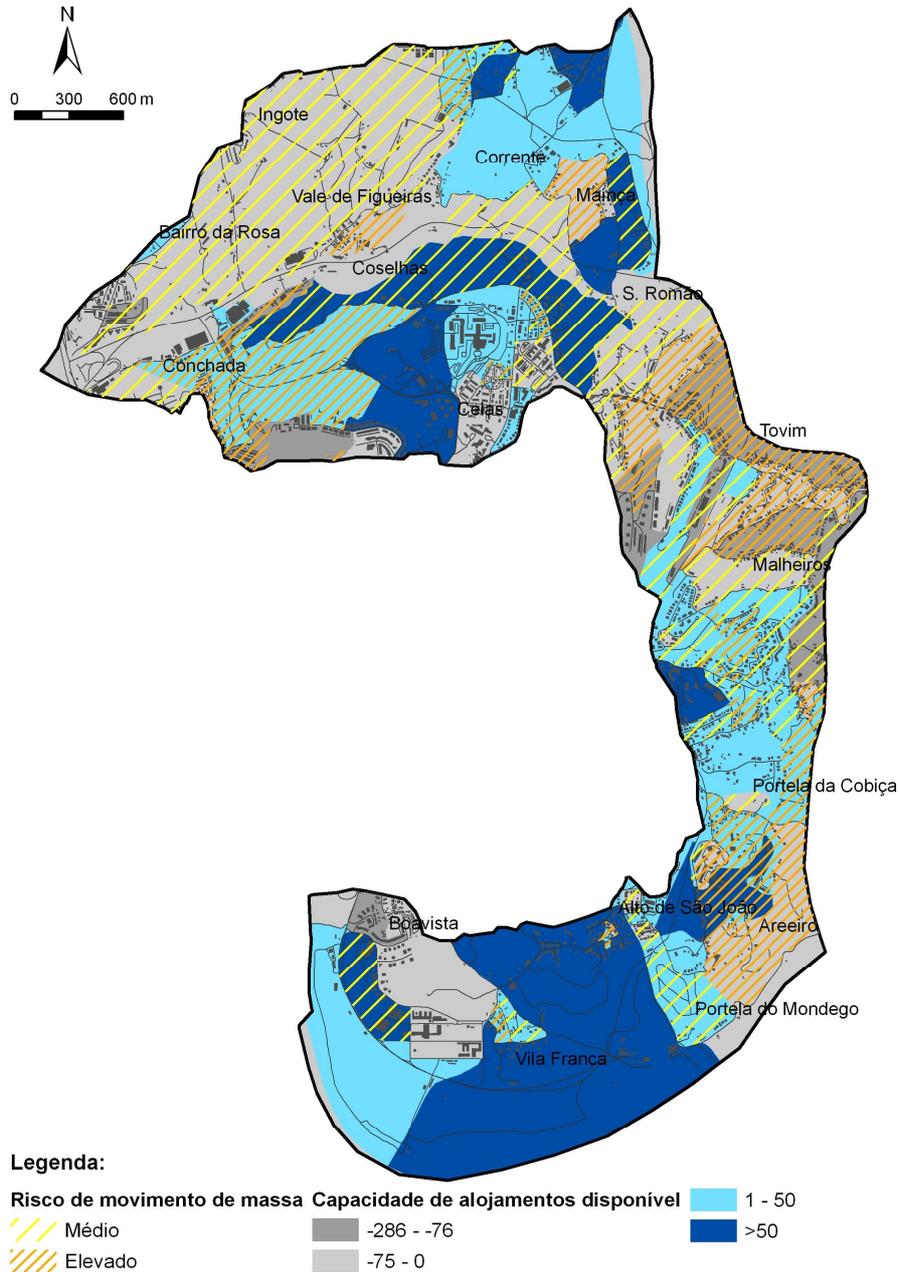


Fig. 54: Risco de movimento de massa e capacidade alojamentos disponível

Por conseguinte, não constitui uma área favorável em termos de expansão urbana, o que não significa que a construção nesta zona deva ser proibida, apenas deverá ter em

atenção um conjunto de parâmetros de prevenção⁵⁸, que em várias situações não têm sido tidos em conta. Note-se que, segundo o Regulamento do PDM, a Conchada corresponde a uma área onde é possível construir edifícios que podem atingir os 4 pisos. Sendo que na análise da figura 54 verifica-se que a capacidade construtiva deste lugar urbano ainda não se encontra esgotada.

Para além da Conchada, o Tovim também se evidencia como uma área problemática, com características diferentes da primeira. A zona do Tovim é uma área onde a capacidade de alojamentos disponível foi ultrapassada em muito, é possível encontrar espaços onde foram construídos mais 200 alojamentos que o previsto pelo PDM. Como se não bastasse esse consumo do solo excessivo, na medida em que ultrapassou a capacidade de alojamentos definidos pelo PDM, constitui uma área que apresenta um elevado risco de movimento de massa.

Neste sentido, enquanto que na **Conchada** as medidas deveriam possuir algum cariz preventivo, no **Tovim** as medidas seriam de cariz claramente paliativo, como, por exemplo, modificação do perfil da vertente, o reforço dos muros de contenção das vertentes, das redes de drenagem. Este tipo de intervenções seriam decorrentes de avaliações geotécnicas de pormenor que permitam detectar situações de instabilidade de prédios e infraestruturas. É de salientar que as soluções de engenharia constituem as estratégias de redução do risco de movimento de massa mais directas e dispendiosas (Dai, 2002). Por razões como a anteriormente referida e pelo facto do índice de utilização ter sido ultrapassado seria desejável que não se construísse mais. Caso tal suceda, é recomendável que a operação decorra sob condições técnicas rigorosas.

É ainda de apontar como uma área problemática o Areeiro, com características semelhantes ao Tovim, uma vez que se apresenta como uma área com um elevado risco de movimento de massa e também já ultrapassou a capacidade de alojamentos determinada pelo PDM.

Por conseguinte, foram identificadas como áreas problemáticas a **Conchada**, o **Tovim** e o **Areeiro**. Contudo, não se considera por demais lembrar, em relação às áreas referidas, que embora todas sejam todas problemáticas, apresentam características diferentes, o que significa que as estratégias de intervenção também terão de ser diferentes.

⁵⁸ A temática relacionada com a prevenção do risco será aprofundada numa fase posterior da análise

A fase seguinte centra-se na análise do papel do risco no planeamento do território, com particular relevo para as áreas identificadas como problemáticas.

XII.2 Risco de movimento de massa e planeamento do território

No presente contexto, parte-se de uma abordagem geral, passível de ser aplicada não só ao caso em análise, mas também a outras áreas. Numa fase seguinte é que a análise incidirá no caso de estudo.

Com base na bibliografia analisada e nos resultados obtidos até esta fase foram sistematizados alguns pontos em relação à gestão das áreas de risco médio e elevado, nomeadamente no que concerne às formas de integração no processo de planeamento do território.

Zonas com risco de movimento de massa elevado: O cenário ideal seria a proibição de qualquer construção nestas zonas. No entanto, uma vez que tal pode revelar-se uma medida polémica e de difícil aplicação, propõe-se que as entidades públicas responsáveis pelo licenciamento das obras salvaguardem, à semelhança do que já se verifica em alguns casos, que as urbanizações decorram sob a condição um conjunto de medidas de protecção. Para além disso, sugere-se que o índice de utilização destas áreas seja menor do que outras áreas menos problemáticas.

Não se verifica a necessidade de elaboração de planos de evacuação das pessoas dos edifícios, apesar disso sugere-se a elaboração de medidas com vista a precaver a segurança das pessoas em caso de um edifício ser afectado por um movimento de massa. Note-se que se determinada zona apresentar um risco de nível elevado tal significa que o espaço físico possui características que favorecem a ocorrência de movimentos de massa e que o espaço humano (em termos das pessoas com as suas características e infra-estruturas) possui aspectos que o tornam vulnerável.

São várias as situações em que opções em termos de terrenos disponíveis para a construção de equipamentos públicos são reduzidas. No entanto, não se pode deixar de notar que é pouco recomendável a construção de infra-estruturas fundamentais ao normal funcionamento do sistema territorial em zonas com um risco de movimento de

massa elevado. Notem-se os custos que um possível deslizamento de terras que atinja, por exemplo, uma escola, pode causar.

Zonas com risco de movimento de massa médio: Embora as zonas com risco de movimento de massa médio não levantem tantas reservas como as zonas de risco elevado, é importante que os processos de licenciamento de construção para estas zonas obedçam a um conjunto de condições. Note-se que alterações da geometria da vertente e da vegetação podem levar a um aumento da susceptibilidade fazendo com que uma zona de risco médio se transforme numa zona de risco elevado.

Uma vez identificadas as áreas de maior risco e traçadas algumas linhas orientadoras de carácter geral, a **fase sequente** é a **desmontagem da fórmula⁵⁹ que deu origem a esse resultado, a fim de definir prioridades tendo em atenção as várias camadas que compõem o sistema territorial.**

Como é evidente, a elaboração de um plano de pormenor na área da gestão do risco não se adequa aos objectivos de um trabalho de cariz académico desenvolvido no âmbito da Geografia. Trata-se de um trabalho longo, dispendioso e que exige uma equipa multidisciplinar. No entanto, não é possível deixar de tecer algumas considerações e traçar alguns cenários.

O caso da **Conchada** apresenta uma elevada vulnerabilidade social, assim como uma elevada susceptibilidade a movimentos de massa. Na Conchada os elevados níveis de vulnerabilidade social devem-se, a uma percentagem de edifícios exclusivamente residenciais na ordem dos 90-100%, construídos, na sua maioria, entre 1960-1980. O cenário é de uma área residencial, onde aproximadamente 65% dos edifícios têm 28 a 48 anos.

O caso da área do **Tovim** é **diferente** na medida em que os níveis de vulnerabilidade social não são elevados. Trata-se de um caso em que o elevado risco de movimento de massa é determinado pela elevada susceptibilidade a movimentos de massa, assim como pela elevada vulnerabilidade infraestrutural observada em pontos como a Rua

⁵⁹ **Risco** = Susceptibilidade * Vulnerabilidade a movimentos de massa (vulnerabilidade social + vulnerabilidade infra-estrutural)

Brigadeiro Cardoso, devido, essencialmente, à concentração de equipamentos e à elevada densidade da rede viária.

O caso do **Areeiro**, assim como a área envolvente, é interessante na medida em que numa primeira abordagem parece semelhante ao caso do Tovim, mas no processo de desmontagem da fórmula verifica-se que são diferentes. É um caso que apresenta um nível de susceptibilidade de nível médio, assim como um nível, em termos de vulnerabilidade social, baixo a médio. O problema desta área, que leva a que apresente um nível elevado em termos de risco de movimento de massa, é a sua elevada vulnerabilidade infraestrutural. Observa-se nesta área uma elevada densidade, em relação à restante área, de linhas eléctricas de média e alta tensão, note-se que no Alto de São João se encontra localizada uma subestação eléctrica. Para além disso, é uma zona com uma elevada densidade em termos de rede viária, de actividades económicas e equipamentos.

Tabela 26: Áreas de Risco elevado - síntese

Áreas de Risco Elevado	Áreas com níveis Elevados		
	Susceptibilidade	Vulnerabilidade social	Vulnerabilidade infra - estrutural
Conchada	X	X	
Tovim	X		X
Alto do São João			X

Uma vez identificados os principais problemas de cada uma das áreas que apresentam um risco de movimento de massa elevado, a **próxima fase consistirá na procura de soluções dos problemas identificados na fase anterior.**

No que concerne à **susceptibilidade** verificou-se que a estratégia adoptada pode ser de eliminação ou de mitigação. Por norma, reveste-se de maior complexidade a intervenção no âmbito da susceptibilidade do que no âmbito da vulnerabilidade. Enquanto que no caso da susceptibilidade implica modificar as características físicas do espaço, no caso da vulnerabilidade passa por modificar a acção humana como, por exemplo, evitar a intensificação de construção em determinada área.

Em termos de **vulnerabilidade social**, verificou-se, na maior parte dos casos, que as características do edificado constituem um reflexo das características dos seus residentes, como na Conchada observa-se uma simultaneidade entre elevadas

percentagens de indivíduos com baixo nível de escolaridade e elevadas percentagens de edifícios construídos antes de 1980. A partir da fórmula elaborada é possível identificar as maiores debilidades do território, que no caso da Conchada residiu no predomínio dos edifícios exclusivamente residenciais, construídos antes de 1980. Perante esse cenário, o mais indicado será a identificação dos edifícios em situação de maior vulnerabilidade. Trata-se de uma tarefa que não é tanto de cariz geográfico, mas mais do âmbito da engenharia e da geotecnia.

No que diz respeito ao Tovim e ao Areeiro o problema coloca-se mais a nível da vulnerabilidade infraestrutural. Neste contexto, evidenciam-se um conjunto de parâmetros que é necessário pormenorizar. Pode-se apontar que na fase anterior da análise a elevada densidade da rede viária apareceu como um dos factores que mais contribuía para o aumento da vulnerabilidade infraestrutural. No entanto, nem todas as vias assumem a mesma importância, o impacto que um movimento de massa em determinada rodovia pode ter no quotidiano das pessoas depende de vários factores como a importância na rede viária e o tráfego médio diário. No caso da Circular Interna que atravessa a Conchada, e onde já foram registados movimentos de massa, esta desempenha um papel fundamental na distribuição do tráfego penetrante na cidade. Por conseguinte, num programa de gestão do risco a circular interna será prioritária em relação a outras vias secundárias.

No que concerne ao Alto de São João, para além da densidade da rede viária, também se verificou uma elevada densidade das linhas eléctricas de alta e média tensão e a localização de uma subestação eléctrica. Neste âmbito, levantam-se questões como a existência de árvores, nos locais de maior risco, que, em caso de movimento de massa, podem afectar os cabos e, por consequência, afectar o normal fornecimento de energia eléctrica assim como provocar ferimentos nas pessoas.

Para além da densidade da rede viária e do fornecimento de electricidade, evidenciaram-se como relevantes na equação de avaliação da vulnerabilidade infraestrutural a densidade de equipamentos⁶⁰ e a densidade de unidades económicas⁶¹.

No que diz respeito aos **equipamentos**, poderá ser relevante ter em atenção aspectos como os que se passa a enunciar:

⁶⁰ No cálculo da densidade de equipamentos foram incluídos os equipamentos de ensino, os sociais e os de saúde

⁶¹ No presente contexto, as unidades económicas incluem unidades comerciais e industriais.

- Histórico em termos de movimentos de massa
- Valências⁶²
- Número de utentes
- Capacidade de utentes
- Número de funcionários
-

No que concerne às **unidades económicas** localizadas em áreas com um elevado risco de movimento de massa, aspectos como os que se passam a referir podem revelar-se como importantes na definição de prioridades:

- Ramo de actividade
- Número de funcionários
- Número médio de clientes por mês
- Volume de receitas
- Riscos Tecnológicos⁶³
- ...

Verifica-se ser possível, a partir da fórmula elaborada, identificar as maiores debilidades do território, o que permite que possa constituir um instrumento na definição de prioridades.

Se, como já foi referido, um processo de planeamento do território/elaboração de normas de gestão do risco deve ser multidisciplinar, o processo de gestão do risco implica o envolvimento de um número de actores muito elevado, provenientes de diversos quadrantes da sociedade.

⁶² Aquando da avaliação da vulnerabilidade infraestrutural para o caso de estudo, não foi considerado relevante discernir as diferentes valências. No entanto, tal parece relevante para uma análise mais detalhada

⁶³ Trata-se de um aspecto que embora no caso das unidades comerciais não assume grande relevância no caso das unidades comerciais, o mesmo não se verifica no caso de algumas unidades industriais

XII.3 Gestão do risco de movimentos de massa – “um jogo a várias mãos”

Poder-se-ia afirmar que cabe às entidades públicas⁶⁴ responsáveis pelo planeamento e ordenamento do território coordenar os diversos interesses presentes no sistema territorial, com vista a um desenvolvimento sustentado do espaço, com intervenções bem definidas. No entanto, a maior parte do território é propriedade privada, e nesse sentido, a ocupação do espaço realiza-se sob a égide dos interesses privados, que são, muitas vezes, contraditórios entre si e cujo objectivo principal é o lucro financeiro. O solo, esse recurso finito, é transaccionado como qualquer outra mercadoria, fragmentado em inúmeras parcelas que depois são vendidas aos pedaços.

Tabela 27: O processo de Gestão do Risco e os diferentes actores

Fases	Entidades Públicas	Técnicos de arquitectura/engenharia	Empreiteiros	Promotores Imobiliários
Avaliação dos níveis de Risco	X			
Planeamento do território	X			
Elaboração das normas de gestão do Risco	X			
Aplicação das normas de gestão do Risco	X	X	X	
Urbanização do terreno		X	X	
Arquitectura da obra		X		
Projecto de engenharia		X		
Gestão da construção da obra		X	X	
Controle dos custos da obra		X	X	
Responsabilidade técnica pela obra		X	X	
Vistoria/Licenciamento da obra	X			
Taxas urbanísticas	X			
Honorários		X		
Lucro financeiro			X	X

As entidades públicas, enquanto entidades responsáveis pelo planeamento do território, podem desempenhar um papel relevante na gestão do risco de movimentos de massa, no

⁶⁴ No presente contexto, a expressão “entidades públicas” é sinónimo de Câmaras Municipais e Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional

entanto, como já referido, constitui um processo que envolve um conjunto de actores e interesses, nem sempre compatíveis. Tal multiplicidade de actores, com os seus diferentes interesses, tornam a Gestão do Risco uma tarefa assaz complexa, com várias camadas de intervenção.

Na tabela 27 procura-se dar uma visão geral das esferas envolvidas na urbanização do território. Enquanto que as entidades públicas deverão fazer um diagnóstico da situação e desempenhar um papel regulador com vista a um bom ordenamento do território, no caso dos actores privados, como os promotores imobiliários, a urbanização do território constitui uma actividade económica, o que pressupõe como um dos principais objectivos o lucro, fazendo com que outros objectivos sejam relegados para segundo plano.

Note-se que no caso exemplificado pela tabela 27, se verifica alguma dependência entre os actores envolvidos como, por exemplo, os técnicos de arquitectura e de engenharia dependem das entidades públicas no processo de aprovação do projecto da obra. Uma das soluções a adoptar poderia ser uma estratégia *top – down*, segundo a qual as entidades públicas, com base em diagnósticos pormenorizados da realidade, geriam o risco através do sistema legal. No entanto, trata-se de um cenário que é difícil adaptar à realidade, por várias razões. Note-se que factores, como as tecnologias de construção, se encontram em constante mudança, que se processa a uma velocidade muito maior que a verificada ao nível das estruturas de gestão. Um PDM pode ter um período de vigência na ordem dos 10 anos, pelo que existe uma clara diferença temporal entre as mudanças que ocorrem no território e os instrumentos de planeamento.

Uma outra dificuldade reside no facto das empresas se moverem num plano de acção de competitividade, o que resulta que num primeiro lugar sejam colocados critérios de ordem financeira e de sobrevivência, em vez de critérios de segurança e pela avaliação de impactos ambientais. Note-se que na Gestão do Risco se lida com o elemento **incerteza**, o que concorre para tornar ainda mais complexo o processo. Pode-se apontar, como exemplo, de como persuadir um empreiteiro a usar técnicas de construção mais dispendiosas com base na existência de uma **possibilidade**.

No que concerne às disposições legais, estas são passíveis de ser interpretadas e aplicadas de vários modos por actores como os engenheiros e construtores civis. Pode-

se apontar, como exemplo o artigo 6º do RMUE⁶⁵ do Município de Coimbra segundo o qual *todas as construções devem ser precedidas de um estudo sumário de caracterização geológica, hidrogeológica e geotécnica dos terrenos e da estrutura e constituição do solo e do subsolo que interessem à obra, a efectuar por geólogo, engenheiro geólogo ou civil, engenheiro técnico civil ou agente técnico de arquitectura e engenharia*. Trata-se de uma medida que procura gerir o risco, embora seja evidente que as entidades públicas não podem controlar o processo todo. Não se pode deixar de notar que o relatório geológico - geotécnico é elaborado por entidades privadas, o que contribui para aumentar o grau de liberdade destes actores. Além disso, também acontece, por vezes, a legislação fundamental carecer de regulamentação, como, ser exigida a apresentação de um estudo geológico sem definir os requisitos que este deve preencher, por exemplo, ficando ao critério do técnico se procede a sondagens do solo. Pode ainda acontecer a situação de determinada medida parecer lógica na perspectiva das entidades públicas, mas ser considerada inviável numa perspectiva custo/benefício pelos técnicos de engenharia.

O cenário ideal é que a legislação relativa à gestão do risco resulte de um consenso entre os vários actores envolvidos no processo. No entanto, atingir determinado nível de compatibilização de interesses exige muito tempo e recursos económicos.

Considera-se que é um esforço que vale a pena, na medida em que, por exemplo, no caso da cidade, esta integra diferentes usos, actividades, concentração de população, de infra-estruturas complexas, o que faz aumentar a probabilidade de qualquer acontecimento danoso assumir grandes proporções. Se a importância de um acontecimento for pequena, mas afectar muita gente ou muitas instalações humanas, as consequências podem ser grandes (Rebelo, 2005).

Para além disto tudo, existem circunstâncias em que o actor age de forma independente como, por exemplo, um indivíduo de uma propriedade florestal, localizada numa vertente, pode decidir vender e cortar todas as árvores. Tal acção irá ter consequências sobre a estabilidade da vertente.

Não constitui objectivo do presente trabalho analisar o papel desempenhado por cada um dos actores, nas suas várias perspectivas. O principal objectivo é demonstrar de que a Gestão do Risco não pode ser vista apenas sob determinado prisma, o sistema de

⁶⁵ Regulamento Municipal de Urbanização e Edificação

gestão do risco deverá ser aberto, flexível, multidisciplinar. Além disso, surge, mais uma vez, como evidente a importância de um bom diagnóstico da situação, a elaborar pelas entidades, pois sem isso torna-se complexa uma boa definição das prioridades e, conseqüentemente, a elaboração de legislação devidamente regulamentada.

Capítulo XIII. Conclusão

No que concerne à expansão urbana de Coimbra considera-se preocupante ter verificado a forma como algumas áreas se expandiram entre 1985 e 2005, ao ponto de algumas terem ultrapassado, em larga margem, o número de alojamentos previstos pelo PDM. Pode-se apontar, como exemplo, o caso da Margem Esquerda que em 1985 apresentava uma área urbana de, aproximadamente, 271ha e que em 2005 tinha uma área urbana na ordem dos 745ha, o que significa que, no período em análise, a área urbana da Margem Esquerda quase que triplicou. Tal não constituiria um problema se tivesse decorrido de forma ordenada, no entanto, ao longo do presente trabalho foi possível verificar que tal não sucedeu. Na avaliação do grau de dispersão do espaço urbano verificou-se que tanto a Margem Esquerda como a Zona Norte não se afirmam como zonas urbanas coesas, e mesmo a Margem Direita, onde foi possível identificar áreas urbanas compactas, apresenta vários espaços intersticiais. No período entre 1985 – 2005 observou-se, nomeadamente na Zona Norte e na Margem Esquerda, uma ocupação a partir de núcleos antigos, crescendo ao longo de antigos caminhos e estradas.

Na análise da expansão urbana de Coimbra ocorrida entre 1985 e 2005 confirma-se a necessidade de ter em conta a componente do Risco no processo de planeamento do território. Note-se que este género de urbanização dispersa tem várias consequências sobre o ambiente, vai perturbar o equilíbrio do ecossistema e provocar situações de Risco.

No sentido de confirmar essa hipótese de trabalho no caso do centro urbano de Coimbra, começou-se por delimitar uma área dinâmica em termos de expansão urbana e que ao mesmo tempo fosse problemática em termos de risco, tendo-se evidenciado, numa fase posterior, o risco geomorfológico.

Um dos objectivos iniciais do presente trabalho era, numa fase sequente, avaliar o risco da área previamente definida, com as características supra referidas, através da fórmula: $\text{Risco} = \text{Perigosidade} * \text{Vulnerabilidade}$. No entanto, com o evoluir do trabalho considerou-se mais adequado avaliar o risco através da fórmula:

$\text{Risco Geomorfológico} = \text{Susceptibilidade} * \text{Vulnerabilidade (Vulnerabilidade social + Vulnerabilidade infraestrutural)}$.

Note-se que, só numa fase posterior é que foi definido que o risco a avaliar seria o geomorfológico, o que contribui para explicar as razões que levaram a modificação da

fórmula, ou seja, não significa que a primeira fórmula não seja válida para a avaliação outro tipo de riscos.

No que concerne à substituição da perigosidade pela susceptibilidade conclui-se não fazer sentido incluir a dimensão temporal na avaliação do Risco Geomorfológico. Entre as razões anteriormente expostas, pode-se apontar, como exemplo, o facto de segundo o IPCC (2008) as mudanças climáticas desafiarem a assumpção tradicional que os episódios hidrológicos passados constituem um bom guia para o futuro, o que contribui para colocar em causa a valia do cálculo do período temporal.

No que diz respeito à vulnerabilidade, após elaborado um breve estado da arte sobre as várias definições do conceito e formas de quantificação, conclui-se que possui múltiplas dimensões. Após a ponderação de algumas hipóteses, conclui-se que, num contexto de avaliação do risco geomorfológico, os pontos mais importantes seriam avaliar a vulnerabilidade social (vulnerabilidade das pessoas) e a vulnerabilidade infraestrutural (vulnerabilidade do espaço físico).

Após avaliado o risco geomorfológico do caso de estudo, confirmou-se que este tipo de avaliação não deve constituir um fim, mas um meio para alcançar, entre outras coisas, um território mais ordenado e uma maior protecção para os seus residentes.

Embora seja relevante o aperfeiçoamento de metodologias de avaliação, dos mais múltiplos riscos, cada vez mais sólidas, mas ao mesmo tempo, pouco onerosas e cuja elaboração seja o mais acessível e rápida possível, considera-se importante salientar que esse esforço poderá revelar-se praticamente vão, no caso de, numa fase posterior, não ser feito um trabalho de integração no ordenamento do território.

Uma abordagem integrada entre o risco e o ordenamento do território é importante, no sentido de que todo este processo sirva para evitar situações como aquelas em que as pessoas são obrigadas a abandonar as suas casas ou vêem os seus carros destruídos devido a um deslizamento de terras.

Nos capítulos finais do presente trabalho confrontou-se as áreas de maior risco de movimento de massa, o espaço urbano e o zonamento do PDM, tendo-se identificado situações problemáticas como as que ocorrem nas áreas do Tovim e da Conchada. Uma vez identificadas as áreas com mais problemas, procurou-se tecer algumas considerações em termos de Gestão do Risco. Contudo, verificou-se que tal implica o envolvimento de diversos actores, constituindo os instrumentos de planeamento do território apenas uma das vertentes.

A Gestão do Risco na sua complexidade de processos e de actores assume-se como um desafio interessante, mas que vai além dos objectivos do presente trabalho de cariz académico.

Capítulo XIV. Bibliografia

ADGER, W Neil; BROOKS, Nick; BENTHAM, Graham; AGNEW, Maureen; ERIKSEN, Siri (2004) New indicators of vulnerability and adaptive capacity – **Tyndall Centre for Climate Change Research - Technical Report 7**, p.128.

ALEOTTI, P.; CHOWDHURY R. (1999) Landslide hazard assessment: summary review and new perspectives, **Bull Eng Geol Env**, 58, pp. 21–44.

ALLMENDINGER, Philip; CHAPMAN, Michael (1999) **Planning beyond 2000** / John Wiley & Sons, 309 p.

ALMEIDA, António Betâmio de (2005) Gestão e análise do Risco em Engenharia. O caso dos Vales com Barragens – Exemplos de aplicação na engenharia civil e actividades em Portugal in **Análise e Gestão dos Riscos, Segurança e Fiabilidade**. C. Guedes Soares, A. P. Teixeira e P. Antão (Eds), Edições Salamandra, pp.103-118

ALMEIDA, C.; MENDONÇA, J. J. L.; SILVA, M. A. M.; SERRA, A. (1999) Síntese da Hidrogeologia das Bacias do Mondego, Vouga e Lis comunicação apresentada no **IV Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos de Língua Oficial Portuguesa** (IV SILUSBA)

ALMEIDA, Lúcio (2007) Comunicação do Risco em Saúde Pública in **Riscos Públicos e Industriais**, C. Guedes Soares, A.P. Teixeira e P. Antão (Eds), Edições Salamandra, pp. 97-114

ALVES, Humberto Prates da Fonseca (2006) Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais, **Revista Brasileira de Estudos da População**, v.23, n.1, pp.43-59

AMADO, Miguel Pires (2005) **Planeamento urbano sustentável** / Casal de Cambra: Caleidoscópio, 234 p.

ANGULO, Julio Vinuesa; DOMÍNGUEZ, María Jesús Vidal (1991) **Los procesos de urbanización** / Madrid: Editorial Síntesis, 205 p.

ARDIZZONE, F; CARDINALI, M.; CARRARA, A.; GUZZETTI, F.; REICHENBACH P. (2002) Impact of mapping errors on the reliability of landslide hazard maps, **Natural Hazards and Earth System Sciences**, 2, pp. 3–14

ARROYO, Mercedes (2001) La contraurbanización: un debate metodológico y conceptual sobre la dinámica de la áreas metropolitanas, **Scripta Nova REVISTA ELECTRÓNICA DE GEOGRAFÍA Y CIENCIAS SOCIALES**, n. ° 97, pp. 741-98

AYYUB Bilal M.; MCGILL, William L; KAMINSKIY, Mark (2007) Critical Asset and Portfolio Risk Analysis: an all-hazards framework, **Risk Analysis**, vol. 27, n° 4, pp. 789-801

BATEIRA, Carlos; ABREU, João (2003) Os problemas da cartografia dos riscos naturais. Contributo para a definição da susceptibilidade geomorfológica a partir da observação de vários movimentos de vertente ocorridos no Norte de Portugal, **Territorium** 10. pp. 1-19.

BEAUJEU-GARNIER, Jacqueline (1983) **Geografia urbana** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 443 p

BELL FG, MAUD RR (2000) Landslides associated with the colluvial soils overlying the Natal Group in the greater Durban region of Natal, South Africa., **Environ Geol** 39(9): 1029–1038

BERGER, Suzanne (1980) **Dualism and discontinuity in industrial societies** Cambridge: Cambridge University Press, 1980. XI, 159 p.

BIRKMANN, Jörn; WISNER, Ben (2006) **Measuring the Un- measurable – The Challenge of Vulnerability**, Studies of the University Research, Counsel, Education – Publication Series of UNU - EHS, p.64

BLAIKIE, Piers (1997) Knowledge in Action: Local Knowledge as a Development Resource and Barriers to its Incorporation, **Natural Resource Research and Development in Agricultural Systems**, Vol. 55, No.2, pp. 217 - 237

BLAIKIE, Piers [et al.]. (1994) **At risk: natural hazards, people's vulnerability, and disasters** London: Routledge, 284 p.

BOUDER, Frédéric; SLAVIN, David; LÖFSTEDT, Ragnar E. (2007) **The tolerability of Risk A new framework for Risk Management**, London : Earthscan, XII, 146 p.

CAETANO, Mário; CARRÃO, Hugo; PAINHO, Marco (2005) **Alterações da ocupação do solo em Portugal Continental: 1985-2000** / Lisboa: Instituto do Ambiente, 40p.

Câmara Municipal de Coimbra – CMC- (2003) **Plano Estratégico e Plano de Urbanização – termos de referência**, Coimbra, p. 57

Câmara Municipal de Coimbra – CMC- (2004) **Programa da Rede Social – Pré - diagnóstico Social do Concelho de Coimbra**, Coimbra, p. 234

Câmara Municipal de Coimbra – CMC- (2004) **Regulamento Municipal de Urbanização e Edificação, Taxas e Compensações Urbanísticas de Coimbra (RMUE)**, Coimbra, p. 177

Câmara Municipal de Coimbra – CMC- (2005) **Programa da Rede Social – Diagnóstico Social do Concelho de Coimbra**, Coimbra, p. 111

Câmara Municipal de Coimbra – CMC- (2006) **Plano Director Municipal - revisão – estudos de caracterização**, Coimbra, p.93

Câmara Municipal de Coimbra – CMC-; DELOITTE; Vasco Cunha, estudos e projectos (Lisboa), sa. (2007) **Plano de Urbanização da Cidade de Coimbra**, Coimbra

CANUTI P, FOCARDI P, GARZONIO CA (1985) Correlation between rainfall and landslides. **Bull Int Assoc Eng Geol** 32: 49–54

CARDONA, Omar D (2004) The need for Rethinking the Concepts of Vulnerability and Risk from Holistic Perspective: A necessary review and Criticism for Effective Risk Management, **Mapping vulnerability: disasters, development and people** / edited by Greg Bankoff, Georg Frerks, Dorothea Hilhorst. London : Earthscan, XIX, pp. 37-51

CARDONA, Omar D. (2007) **Indicators of Disaster Risk and Risk Management** – Summary Report – Inter- American Development Bank Sustainable Development Department Environment Division 54p.

CARRARA, A., (1983) Multivariate models for landslide hazard evaluation, **Mathematical Geology** 15, pp. 403–426

CARRARA, A., CARDINALI, M., GUZZETTI, F., Reichenbach, P., (1995) GIS technology in mapping landslide hazard, Carrara, A., Guzzetti, F. (Eds.), **Geographical Information Systems in Assessing Natural Hazards**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 342p.

CARVALHO, Jorge (2003) **Ordenar a cidade** Coimbra: Quarteto, 566 p.

CASTELLS, Manuel (2000) **A questão urbana** /São Paulo: Paz e Terra, 590 p. [Colecção Pensamento Crítico; 48.](#)

CASTRO, Cleber Marques de; PEIXOTO, Maria Naíse; RIO, Gisela (2005) Riscos ambientais e Geografia: Conceituações, Abordagens e Escalas, **Anuário do Instituto**

de **Geociências**, vol. 28-2, pp. 11-30

CASTRO, Susana D. Aneas de (2000) Riesgos e Peligros: Una visión desde la Geografía, **Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, n.º 60

CATANI, F.; CASAGLI, N.; ERMINI, L.; RIGHINI, G.; MENDUNI, G. (2005) Landslide hazard and risk mapping at catchment scale in the Arno River basin, **Landslides**, 2, pp.329–342

Centro de Estudos de Direito do Ordenamento, do Urbanismo e do Ambiente, Associação Portuguesa de Direito do Urbanismo – CEDOA – (2007) **Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território: aprovada pela Lei n.º 58/2007, de 4 de Setembro, (PNPOT), ratificada pela Declaração de Rectificação n.º 80-A/2007, de 7 de Setembro** Coimbra: Almedina, 383 p.

COROMINAS J, MOYA J (1999) Reconstructing recent landslide activity in relation to rainfall in the Llobregat River basin, Eastern Pyrenees, Spain, **Geomorphology** 30, pp. 79–93

CORREIA, Antonio Bonet (1995) **Las claves del urbanismo** / Barcelona: Editorial Planeta, 117p.

CORREIA, Paulo V. D (2002) **Políticas de solos no planeamento municipal** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 403p.

COSTA LOBO, Manuel da (1999) **Planeamento regional e urbano** / Lisboa: Universidade Aberta, 221 p.

COSTA LOBO, Manuel da; et al. (2000) **Normas urbanísticas** / Lisboa: Direcção Geral do Ordenamento do Território: Universidade Técnica de Lisboa, 4 vol. : il. ; 30 cm Vol. 1: Princípios e conceitos fundamentais. - 1990. - Vol. 2: Desenho urbano, perímetros urbanos, apreciação de planos. - 1991. - Vol. 3: Elementos de direito

urbanístico, loteamentos urbanos, ordenamento agro-florestal. - D.L. 1993. - Vol. 4: Planeamento integrado do território: elementos da teoria crítica. – 2000

COSTA, Eduarda Marques da (2002) **Cidades Médias Contributos para a sua definição** in Finisterra, XXXVII, pp.101-128

CRUDEN, David; FELL, Robin (1997) **Landslide risk assessment** / Rotterdam: A. A. Balkema, 371 p.

CUNHA, Lúcio; ALMEIDA, A.C.; LOPES, Maria do Carmo; FIGUEIREDO, Rui; AMARAL, Pedro; FREIRIA, Susana; FERREIRA, Luís (2006) **Caracterização geomorfológica, hidrológica e dos processos naturais do Município de Coimbra**, Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Coimbra, Coimbra

CUNHA, Lúcio; DIMUCCIO, Luca (2002) Considerações sobre riscos naturais num espaço de transição. Exercícios cartográficos numa área a Sul de Coimbra, **Territorium**, Coimbra, 9, pp. 37-51

CUNHA, Lúcio; SOARES, A. Ferreira; TAVARES, Alexandre; Júlio F. Marques (1999) O "julgamento" geomorfológico de Coimbra. O testemunho dos depósitos quaternários **Cadernos de Geografia**, N.º Especial – 1999, pp. 15-27

CUTTER, Susan L., (1996) Vulnerability to environmental hazards, **Progress in Human Geography**, 20, 4, pp. 529 – 539

CUTTER, Susan L., (2003a) Ciência SIG, Desastres, e Gestão de Emergência, **Transactions in Gis** 7(4), pp. 439-445

CUTTER, Susan L., (2003b) The vulnerability of Science and the Science of Vulnerability, **Annals of the Association of American Geographers**, 93 (1), pp.1-12

DAI, F.C.; LEE, C.F.; NGAI, Y.Y. (2002) Landslide risk assessment and management: an overview, **Engineering Geology** 64, pp. 65–87

DAVIS, Ian (2004) Progress in Analysis of Social Vulnerability and Capacity, **Mapping vulnerability: disasters, development and people** / edited by Greg Bankoff, Georg Frerks, Dorothea Hilhorst. London : Earthscan, XIX, pp. 128-144

DE LEÓN, Juan Carlos Villagrán (2006) Vulnerability A conceptual and Methodological Review, **Studies of the University**, Publication Series of UNU - EHS, p.68

DELICA – WILLISON, Zenaida; WILLISON, Robin (2004) Vulnerability Reduction: A Task for the Vulnerable People Themselves, **Mapping vulnerability: disasters, development and people** / edited by Greg Bankoff, Georg Frerks, Dorothea Hilhorst. London : Earthscan, XIX, pp. 145-158

DOMINGUES, Álvaro (1995) (Sub)úrbios e (sub)urbanos – o mal estar da periferia ou a mistificação dos conceitos?, **Revista da Faculdade de Letras – Geografia I Série**, Vol. X.XI, Porto, pp. 5-18.

DURÁN, Francisco Entrena (2004) Los límites difusos de los territorios periurbanos: una propuesta metodológica para el análisis de su situación socioeconómica y procesos de cambio, **Sociologias**, Porto Alegre, ano 6, nº 11, pp. 28-63.

EAKIN, Hallie; LUERS, Amy Lynd (2006) Assessing the vulnerability of social-environmental systems, **Annu. Rev. Environ. Resour.** 31: pp. 365-394

Emergency Management Australia - EMA (2002) **Planning Saffer Communities – Land use planning for natural hazards** Australian Emergency Manuals Series, 89p.

ENTRENA, Francisco Durán (2003) Cidades sem Limites, **Trabalho, Economia e Tecnologia Novas Perspectivas para a Sociedade Global** Jorge Alberto Machado (org.) Projeto Editorial Praxis Brasil, pp. 51-90

ERCANOGLU, M.; GOKCEOGLU, C.; VAN ASCH, W. J. (2004) Landslide Susceptibility Zoning North of Yenice (NW Turkey) by Multivariate Statistical Techniques, **Natural Hazards**, 32, pp. 1–23

European Environment Agency (2006) **Urban sprawl in Europe The ignored challenge** EEA Report No 10/2006 60p.

EWING, Reid; PENDALL, Rolf; CHEN, Don (2002) **Measuring sprawl and its impact**. Washington, DC: Smart Growth America, 42p.

EZELL, Barry Charles (2007) Infrastructure Vulnerability Assessment Model (I-VAM), **Risk Analysis**, Vol. 27, No. 3, pp. 571-583

FAIRMAN, Robyn (1998) Environmental Risk Assessment: Approaches, Experiences and Information Sources, **Environmental issue report No 4, European Environment Agency**, 251p.

FEDERICI, Paolo Roberto et al (2007) Multidisciplinary investigations in evaluating landslide susceptibility— An example in the Serchio River valley (Italy), **Quaternary International** 171–172, pp.52–63.

FERRÃO, João (2002) Dinâmicas territoriais e trajetórias de desenvolvimento: Portugal 1991-2001, **Revista de Estudos Demográficos**, n.º 34, pp.1-9

FERREIRA, António Fonseca (2005) **Gestão estratégica de cidades e regiões /** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, Serviço de Educação e Bolsas, 430 p.

FLAGEOLLET, Jean-Claude; MAQUAIRE, Olivier; MARTIN, Brice; WEBER, Dominique (1999) Landslides and climatic conditions in the Barcelonnette and Vars basins_Southern French Alps, France, **Geomorphology** 30, pp. 65–78

FLYNN, James; SLOVIC, Paul (2000) Avaliação dos peritos e do público acerca dos Riscos Tecnológicos, **Cultura Científica e Participação Pública**, org. por Eduarda Gonçalves, pp. 109-138

FRERKS, Georg; BENDER, Stephen (2004) Conclusion: Vulnerability Analysis as a Means of Strengthening Policy Formulation and Policy Practice, **Mapping vulnerability: disasters, development and people** / edited by Greg Bankoff, Georg Frerks, Dorothea Hilhorst. London : Earthscan, XIX, pp. 194-205

GALLI, Mirco; GUZZETTI, Fausto (2007) Landslide Vulnerability Criteria: A Case Study from Umbria, Central Italy, **Environ Manage**, 40, pp.649–664

GAMA, A.; CARVALHO, J.; GANHO, N. (1994) Coimbra: os velhos e os novos espaços numa cidade milenar, **II Congresso da Geografia Portuguesa: a geografia portuguesa: debater as mudanças, preparar o futuro: livro-guia das excursões**, Coimbra: Associação Portuguesa de Geografia, 108p.

GARCIA, R.A.C; ZÉZERE, José Luís (2003) Avaliação de Riscos Geomorfológicos: Conceitos, Terminologia e Métodos de Análise, **III Seminário Recursos Geológicos, Ambiente e Ordenamento do Território**, pp. 299 – 308

GARCIA, Ricardo (2002) **Avaliação do risco de movimentos de vertente na depressão da Abadia (Torres Vedras)**, Dissertação de Mestrado em Geografia Física e Ambiente, apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, 140p.

GLADE T. (2003): Vulnerability assessment in landslide risk analysis, **Die Erde**, 134, pp.121-138

GODOY, Paulo (2004) Uma reflexão sobre a produção do espaço, **Estudos Geográficos**, Rio Claro, 2(1), pp. 29 -42

GOITIA, Fernando Chueca (1996) **Breve história do urbanismo: [tipos fundamentais de cidade: a cidade e a história, a cidade do presente, ecologia urbana]** / Lisboa: Presença, 205 p.

GONÇALVES, Carmen Maria de Freitas Diego (2005) **Estilos de pensamento nas concepções e percepções de risco: o risco sísmico em Portugal Continental : da previsão à prevenção/** Lisboa: [s.n.], 273p.; Tese de doutoramento em Sociologia, especialização em Sociologia da Comunicação, da Cultura e da Educação pelo Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa

GUZZETTI Fausto; CARRARA, Alberto; CARDINALI, Mauro; REICHENBACH, Paola (1999) Landslide hazard evaluation: a review of current techniques and their application in a multi-scale study, Central Italy, **Geomorphology**, 31, pp. 181–216

GUZZETTI, F.; GALLI, M.; REICHENBACH, P.; ARDIZZONE, F.; CARDINALI, M. (2006) Landslide hazard assessment in the Collazzone area, Umbria, Central Italy, **Natural Hazards and Earth System Sciences**, 6, pp. 115–131

GUZZETTI, F.; PERUCCACCI, S.; ROSSI, M.; STARK, C. P. (2007) Rainfall thresholds for the initiation of landslides in central and southern Europe, **Meteorol Atmos Phys** 98, pp.239–267

HALL, Peter (1999) The future of cities, **Computers, Environment and Urban Systems** 23, pp. 173-185

HEIJMANS, Annelies (2004) From Vulnerability to Empowerment, **Mapping vulnerability: disasters, development and people** / edited by Greg Bankoff, Georg Frerks, Dorothea Hilhorst. London : Earthscan, XIX, pp. 115-127

Inter-Agency Secretariat of the International Strategy for Disaster Reduction (UN/ISDR) (2004) **Living with Risk: A global review of disaster reduction initiatives**, 430p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2008) **Climate change and water IPCC Technical Paper VI -**, in <http://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/climate-change-water-en.pdf>, p. 214

IUGS (1997) Quantitative risk assessment for slopes and landslides – the state of the art in Cruden & Fell (ed.), **Landslides Risk Assessment**, Balkema, Rotterdam, pp. 3-35

JAEGER, Carlo C.; RENN, Ortwin; Eugene A. Rosa; WEBLER, Thomas (2001) **Risk, Uncertainty, and Rational Action** London: Earthscan Publications, 320p.

JENNESS, Jeff (2006) **Grid Tools (Jenness Enterprises), v. 1.7**, in www.esri.com, p.41

KAHN, Matthew (2001) Does sprawl reduce the black/ white housing consumption gap?, **Housing Policy Debate** 12 (1), pp. 77–86.

LIMA, Luísa (1998) Factores sociais na percepção de riscos, **Psicologia**, Vol. XII, pp. 11-28

LIMA, Luísa (2004) As obras e os riscos: Uma visão social, M.V. Heitor, J.M. Brandão de Brito & M.F. Rollo (Eds.) **Engenharia em Portugal no Sec. XX** (Vol.1, pp. 109-127). Lisboa: Publicações D. Quixote

LIMA, Luísa (2005) Percepção de Riscos Ambientais, **Contexto Humanos e Psicologia Ambiental** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, pp. 203-245

LOBO, Carlos (2006) Política de Solos e Tributação do Património Imobiliário comunicação apresentada na **II Conferência Ordenamento do Território e Revisão de PDM's**, C o v i l h ã, 2 5 e 2 6 d e O u t u b r o d e 2 0 0 6

LOURENÇO, Júlia Maria (2003) **Expansão urbana: gestão de planos-processo** / Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian: Fundação para a Ciência e a Tecnologia, 430 p.

LUHMANN, Niklas (1993) **Risk: a sociological theory** / Berlin; New York: Walter de Gruyter, XIII, 236 p.

LYNCH, Kevin (1999) **A boa forma da cidade** / Lisboa: Edições 70, 444 p.

MANYENA, Siambabala Bernard (2006) The concept of resilience revisited, **Disasters**, 30(4), pp. 433-450

MARANDOLA JR, Eduardo; HOGAN, Daniel Joseph (2004) Natural hazards: O Estudo Geográfico dos Riscos e Perigos, **Ambiente & Sociedade** – Vol. VII n.º. 2, pp. 95-110

MARANDOLA JR, Eduardo; HOGAN, Daniel Joseph (2005) Vulnerabilidade e riscos: entre geografia e demografia, **Revista Brasileira de Estudos da População**, v.22, n. 1, pp. 29-53

MARQUES, Teresa Maria Vieira de Sá (2003) Dinâmicas Territoriais e as relações urbano – rurais, **Revista da Faculdade de Letras – Geografia**, I Série, vol XIX, Porto, pp. 507-521

MARQUES, Teresa Maria Vieira de Sá (2004) **Portugal na transição do século: retratos e dinâmicas territoriais**, Porto: Afrontamento, 466 p.

MARTÍN, Antonio Zárate (2003) **El espacio interior de la ciudad** /. Madrid: Editorial Síntesis, 253 p.

MARTÍNEZ José M^a. Serrano (2006) El « Boom » de la construcción de viviendas en la región de Murcia. Un proceso complejo e con múltiples implicaciones. Breves apuntes, **Papeles de Geografía**, 43; pp. 121-149

MATTEDI, Marcos António; BUTZKE, Ivani Cristina (2001) A relação entre o social e o natural nas abordagens de hazards e de desastres, **Ambiente & Sociedade** – Ano IV – Nº 9, pp. 1-22

MENDES, José Manuel (2007) Vulnerabilidade Social, Risco e Segurança das Populações, **Riscos Públicos e Industriais**, C. Guedes Soares, A.P. Teixeira e P. Antão (Eds), Edições Salamandra, pp. 33-44

MENDES, Victor L. (2000) Riscos associados a Fenómenos Naturais, Colóquio/Ciências, **Revista de Cultura Científica**, nº 25, Fundação Calouste Gulbenkian, pp. 37-53

Moore, I. D.; Grayson, R. B.; Ladson, A. R.(1991) Digital terrain modeling: a review of hydrological, geomorphological and biological applications, **Hydrological Processes**, v.5, pp.3-30

MORROW, Betty Hearn (1999) Identifying and Mapping Community Vulnerability, **Disasters**, 23(1), pp.1-18

MOTA, Isabel Almeida; VASCONCELLOS E SÁ, Mário Pinto Jorge; SOROMENHO, MARQUES Viriato; RIBEIRO, José Félix (2005) **ESTRATÉGIA NACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL ENDS 2005-2015** in <http://www.desenvolvimentosustentavel.pt/>

OJIMA Ricardo (2007) Dimensões da urbanização dispersa e proposta metodológica para estudos comparativos: uma abordagem socioespacial em aglomerações urbanas brasileiras, **Revista brasileira Est. Pop.**, São Paulo, v. 24, n. 2, jul./dez. 2007, pp. 277-300

PAPATHOMA-KÖHLE, M.; NEUHÄUSER, B.; RATZINGER, K.; WENZEL,H.; DOMINEY-HOWES, D. (2007) Elements at risk as a framework for assessing the vulnerability of communities to landslides, **Nat. Hazards Earth Syst. Sci.**, 7, pp.765–779

PARDAL, Sidónio Costa (1998) **Planeamento do território: instrumentos para a análise física** /. Lisboa: Livros Horizonte, 283 p.

PARTIDÁRIO, Maria do Rosário; JESUS, Júlio de (2005) **Fundamentos de avaliação de impacte ambiental** / Lisboa: Universidade Aberta, 251p.

PEDROSA, António de Sousa (2006) A integração da prevenção dos riscos no ordenamento territorial comunicação apresentada no Colóquio “**Paisagem, Património e Riscos Naturais: perspectivas de planeamento comparado**”, organizado pela CCDR Norte, no âmbito do programa NOÉ – Interreg IIIC (sud) co-financiado pela União Europeia, que decorreu no Porto no dia 5 de Janeiro de 2006

PEREIRA, Margarida (2003) **Dinâmica urbanística do município de Palmela: estudos de apoio à revisão do Plano Director Municipal** / Palmela: C.M., 132 p.

PESTANA, Maria Helena; GAGEIRO, João Nunes (2000) **Análise de dados para ciências sociais: a complementaridade do SPSS** / Lisboa: Edições Sílabo, 570 p.

REBELO, Fernando (2005) Riscos Naturais, Problemática da sua definição e adaptação aos principais elementos da Teoria do Risco, **Análise e gestão de riscos, segurança e fiabilidade** / 1º Encontro Nacional de Riscos, Segurança e Fiabilidade; ed. por C. Guedes Soares, A. P. Teixeira, P. Antão Lisboa: Salamandra, pp. 301-316

REIS, Eusébio; ZÉZERE, José Luís; VIEIRA, Gonçalo Teles; RODRIGUES, Maria Luísa (2003) Integração de dados espaciais em SIG para avaliação da susceptibilidade à ocorrência de deslizamentos, **Finisterra**, XXXVIII, 76, pp.3-34

RÉMY, Jean; VOYÉ, Liliane (1994) *A cidade: rumo a uma nova definição?* / Porto: Edições Afrontamento, 167 p.

RIBEIRO, Manuel João (1995) Sociologia dos desastres, **Sociologia – Problemas e Práticas**, nº 18, pp. 23-43

RIBOULET, Pierre (1998) **Onze leçons sur la composition urbaine** / Paris : Press de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 256 p.

ROBALO, J; ROSÁRIO P., (2007) Gestão do Risco e Emergências em Saúde Pública, **Riscos Públicos e Industriais**, C. Guedes Soares, A.P. Teixeira e P. Antão (Eds), Edições Salamandra, pp. 85-96.

ROCHA, José Aidos; PINTO, Nuno (2007) Gestão do Risco em Protecção Civil, **Riscos Públicos e Industriais**, C. Guedes Soares, A.P. Teixeira e P. Antão (Eds), Edições Salamandra, pp. 145-166

ROCHEFORT, Michel (2002) Cidades e globalização, **Mercator - Revista de Geografia** da UFC, ano 01, número 02, pp. 7-11

ROGERS, Richard, (2001) **Cidades para um pequeno planeta**, Barcelona: Gustavo Gili, 180 p.

ROLAND, Fernando Goulart Rocha¹; PIZZOLATTI, Luiz (2005) Cidade: Espaço de discontinuidades, **Estudos Geográficos**, Rio Claro, 3(2), pp. 46-53

ROSSI, Aldo (1971) **La arquitectura de la ciudad** Barcelona: Ed. Gustavo Gili, 240 p, 23 p. de estampas

RUFÍ, Joan Vicente (2003) Nuevas palabras, nuevas ciudades, **REVISTA DE GEOGRAFIA**, 2, pp.79-103

RUIVO, César; CUNHA, Júlio Pereira da (1998) **Ordenamento do território e gestão urbanística municipal** / Braga: Editora Correio do Minho/SM, 350 p.

SAATY, T.L.; Vargas, L.G. (1991) **Prediction, Projection and Forecasting** Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 251p.

SALGUEIRO, Teresa Barata (2006) Oportunidade e transformação na cidade centro, **Finisterra**, XLI, 81, pp. 9-32

SANTOS, J.G. (2002) Movimentos de vertente na área de Peso da Régua: análise e avaliação multicritério para o zonamento de hazards em ambiente SIG, **Territorium**, 9, pp. 53-73

SANTOS, José Gomes dos (2005) **As bacias de Mirandela, Macedo de Cavaleiros e de Vilarica-Longroiva : estudo de geomorfologia** / Coimbra: [s.n.], XXIV, 539 f. : il. color., quadros, gráf, mapas alguns desdobr. ; 28 cm + 3 mapas desdobr. em bolsa, Corrigenda (2 f. soltas) Tese de doutoramento em Letras, área de Geografia (Geografia) apresentada à Fac. de Letras de Coimbra

SANTOS, Norberto (2001) **A sociedade de consumo e os espaços vividos pelas famílias: a dualidade dos espaços, a "turbulência" dos percursos e a identidade social** Lisboa: Edições Colibri: Centro de Estudos Geográficos de Coimbra, 565p.

SARAIVA, A.L. (1995) A análise e classificação da alteração em rochas e em maciços rochosos, **Memórias e Notícias**, Coimbra, 120

SASSEN, Sakia (2001) **The global city: New York, London, Tokyo** Princeton; Oxford: Princeton University Press, XXVI, 447 p.

SCHMIDTLEIN, Mathew C.; DEUTSCH, Roland C.; PIEGORSCH, Walter W.; CUTTER, Susan L.(2008) A Sensitivity Analysis of the Social Vulnerability Index, **Risk Analysis**, Vol. 28, No. 4, pp. 1099-1114

SEABRA, Odette Carvalho de Lima (2000) Urbanização e fragmentação: a natureza natural do mundo, **GEOGRAFARES**, Vitória, v. 1, no 1, pp. 73-79

SOARES, C. Guedes (2007) Riscos públicos e governação, **Riscos Públicos e Industriais**, C. Guedes Soares, A.P. Teixeira e P. Antão (Eds), Edições Salamandra, pp. 19-32

SOARES, Guedes C. (2005) Metodologia para análise e Gestão de Riscos, **Análise e Gestão dos Riscos, Segurança e Fiabilidade**. C. Guedes Soares, A. P. Teixeira e P. Antão (Eds), Edições Salamandra, pp.19-32

SOLÀ-MORALES, Ignasi de (2002) **Territorios** / Barcelona: Gustavo Gili, 207 p.

SOLÀ-MORALES, Ignasi; COSTA, Xavier (2004) **Metrópolis: ciudades, redes, paisajes** / Barcelona: Gustavo Gili, 251 p.

TAVARES, Alexandre (1990) **Caracterização geotécnica da zona sudeste da cidade de Coimbra [texto policopiado]** Trabalho de síntese apresentado à Faculdade de Ciências e Tecnologia de Coimbra no âmbito das Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica.VII, 141 f., [3] est : il ; 30 cm + 5 cartas e 1 tabela

TAVARES, Alexandre Manuel de Oliveira Soares (1999) **Condicionantes físicas ao planeamento: análise da susceptibilidade no espaço do concelho de Coimbra** /. Coimbra: O Autor, 346 p; 30 cm + 2 mapas Dissertação doutor. Enga. Geológica, apres. Univ. Coimbra

TAVARES, Alexandre (2001) Instabilidade de vertentes e planeamento municipal – Precaução ou Minimização, **Actas do II Seminário sobre Geologia Ambiental, Desprendimentos de Terra e Estabilidade de Vertentes**, Universidade do Minho, pp.22-28

TAVARES, Alexandre; SOARES, A.F. (2002) Instability relevance on land use planning in Coimbra municipality (Portugal) in R. McInnes & J. Jakeways (ed.), **Instability – Planning and Management**, Thomas Telford, London, pp. 177-184

TAVARES, Alexandre (2003) Caracterização das unidades líticas carbonatadas na região de Coimbra in Portugal Ferreira (ed.), **A Geologia e os Recursos Geológicos**, Coimbra: Imprensa da Universidade, pp. 333-343

TAVARES, Alexandre (2004) **Geotechnical and natural hazard mapping on urban**

and other urban planning in 57th Canadian Geotechnical Conference, pp. 27-33

TIERNEY, Kathleen J. (1999) Toward a Critical Sociology of Risk, **Sociological Fórum**, vol. 14, n. ° 2, pp. 215 – 242

URIBE-ETXEBARRIA, Gorka; MORALES, Tomás; URIARTE, Jesus A.; Ibarra, VALENTÍN (2005) Rock cut stability assessment in mountainous regions, **Environ Geol**, 48, pp.1002–1013

VALE, Ana Rute do (2005) **Expansão urbana e plurifuncionalidade no espaço periurbano do Município de Araraquara**, Tese de doutoramento elaborada no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Geografia - Área de Concentração em Organização do Espaço, para obtenção do Título de Doutor em Geografia. Rio Claro (SP), 214p.

VALÈNCIA, Ramón López de Lúcio (1993) **Ciudad y urbanismo a finales del siglo XX** /: Universitat de València, Servei de Publicacions, 272 p.

VAN WESTEN, C.J.; VAN ASCH, T.W.J.; SOETERS, R. (2006) Landslide hazard and risk zonation—why is it still so difficult?, **Bull Eng Geol Env**, 65,pp. 167–184

VAN WESTEN, C. J.; SEIJMONSBERGEN, A. C.; MANTOVANI, F. (1999) Comparing Landslide Hazard Maps, **Natural Hazards**, 20, pp.137–158

VARNES, David (1984) Landslide hazard zonation: a review of principles and practice, UNESCO, Paris, França, 60p.

VASQUEZ, Carlos Garcia (2004) **Ciudad hojaldre: visiones urbanas del siglo XXI** / Barcelona: Gustavo Gili, 231 p.

Verbo Enciclopédia Luso-Brasileira de Cultura (2003) Vol. 6: Carls-Cisal Ed. Século XXI Lisboa; São Paulo: Verbo

WAMSLER, Christine (2004) Managing Urban Risk: Perceptions of Housing and Planning as a Tool for Reducing, **Disaster Risk GBER** Vol. 4, No. 2 pp 11 – 28

WAMSLER, Christine (2006) Mainstreaming risk reduction in urban planning and housing: a challenge for international aid organisations, **Disasters**, 30(2) pp.151–177

WISNER, Ben (2004) Assessment of Capability and Vulnerability, **Mapping vulnerability: disasters, development and people** / edited by Greg Bankoff, Georg Frerks, Dorothea Hilhorst. London : Earthscan, XIX, pp. 183-193

ZÊZERE, José Luís; FERREIRA, António de Brum; RODRIGUES, Maria Luísa (1999) The role of conditioning and triggering factors in the occurrence of landslides: a case study in the area north of Lisbon_Portugal, **Geomorphology** 30, pp.133–146

ZÊZERE, José Luís (2001) **Distribuição e ritmo dos movimentos de vertente na região a Norte de Lisboa**, Centro de Estudos Geográficos – Área de Geografia Física e Ambiente, Relatório nº 38, Lisboa, p. 167

ZÊZERE, J. L.; REIS, E.; GARCIA, R.; OLIVEIRA, S.; RODRIGUES, M. L.; VIEIRA, G.; FERREIRA, A. B. (2004) Integration of spatial and temporal data for the definition of different landslide hazard scenarios in the area north of Lisbon (Portugal), **Natural Hazards and Earth System Sciences**, 4, pp. 133–146

ZÊZERE, José Luís; RODRIGUES, M.L.; REIS, E.; GARCIA, R.; OLIVEIRA, S.; VIEIRA, G; FERREIRA, A.B. (2004) Spatial and temporal data management for the probabilist landslide hazard assessment considering landslide typology, **Landslides: Evaluation and Stabilization** Lacerda, Ehrlich, Fontoura & Sayão (eds), Taylor& Francis Group, London, pp. 117-123

ZÊZERE, J. L.; TRIGO, R. M.; Fragoso, M.; OLIVEIRA, S. C.; GARCIA, R. A. C. (2008) Rainfall-triggered landslides in the Lisbon region over 2006 and relationships with the North Atlantic Oscillation, **Nat. Hazards Earth Syst. Sci.**, 8, pp.483–499

Capítulo XV. Anexo

Qual a melhor forma de definição de áreas urbanas homogêneas?

A questão surge pela necessidade de definir unidades geográficas que sirvam de base para avaliar o nível de dispersão do centro urbano de Coimbra.

A implantação dos edifícios constitui o ponto de partida da presente análise. No entanto, como já foi referido, é importante ter em conta elementos como a **largura média das vias, a distância entre os edifícios e as vias.**

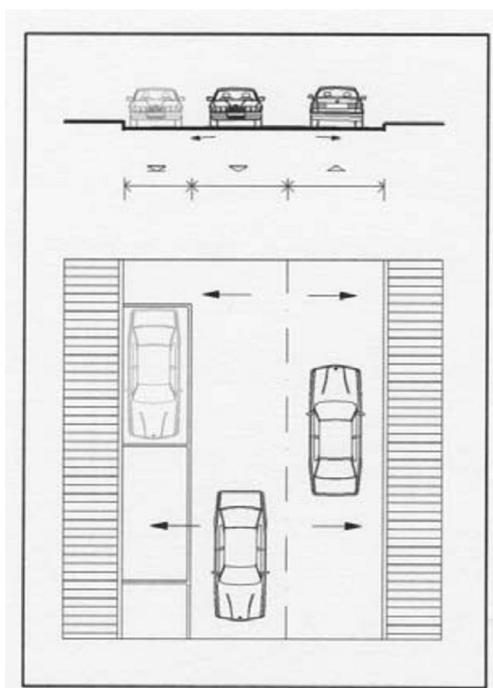


Ilustração 1: Espaço ocupado por uma via de trânsito (Fonte: RMUE – CMC, 2004)

Numa primeira fase proceder-se-á à avaliação da área do espaço público de circulação entendido como o somatório dos seguintes espaços: **área ocupada pelas vias de tráfego, pelos passeios e a área ocupada pelos lugares de estacionamento.**

Segundo o Regulamento Municipal de Urbanização e Edificação (RMUE) da Câmara Municipal de Coimbra, aprovado em Reunião da Assembleia Municipal de 1 e 7 de Outubro de 2004, **a largura mínima de uma via de tráfego** com dois sentidos deverá ser de **3,25m.**

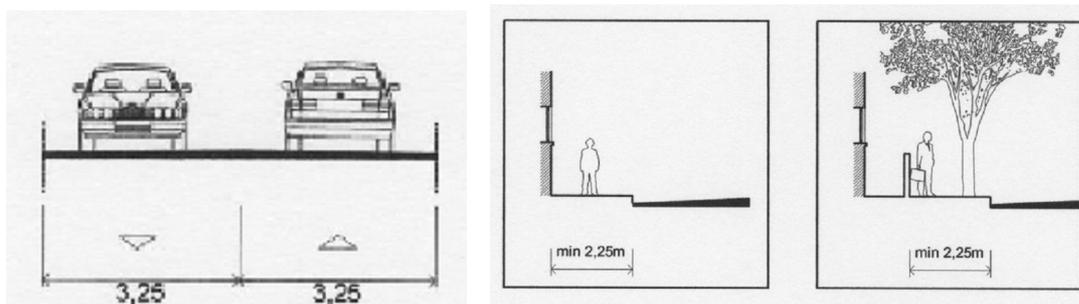


Ilustração 2/3: Largura mínima de uma via de trânsito/ Largura mínima de um passeio (Fonte: RMUE – CMC, 2004)

No que diz respeito aos **passeios** estes deverão ter um mínimo de **2.25m** o caso de uma frente urbana à face do passeio e o arruamento sem urbanização **ou** uma frente urbana recuada e o arruamento com possibilidade de arborização.

A largura mínima dos **estacionamentos** imposta pelo RMUE depende do seu ângulo de orientação, variando entre 2,15 e 2,30m para um ângulo de orientação igual a zero e 2,40-2,50m para um ângulo de orientação igual a 90°. No presente contexto, considerou-se como adequado adoptar uma largura de **2,30m** para o estacionamento automóvel.

Neste sentido, o que pode ser denominado de **espaço público de circulação** é igual à soma de:

- **Largura das faixas de rodagem:** 6,5m
- **Largura dos estacionamentos:** 4,6m
- **Largura dos passeios:** 4,5m

Por conseguinte, com base nos critérios definidos pelo RMUE, o espaço público de circulação ocupa 15,3m.

Para além do espaço público de circulação, também é importante considerar as **distâncias mínimas entre os edifícios, as vias de tráfego**. Em relação a este parâmetro o Regulamento do PDM de Coimbra determina o seguinte:

- **Rede Viária Nacional:** É interdita a edificação numa faixa de terreno com largura de **50m** para cada lado do eixo e nunca a menos de **20m** da zona de estrada, na fase de execução e nas estradas já concluídas (artigo 25º, n.º1, alínea b))
- **Rede Viária Municipal Principal:** É interdita a edificação numa faixa de terreno com a largura de **20m** para cada lado do eixo e nunca a menos de **10m**

da plataforma da estrada⁶⁶, em fase de execução e nas estradas já concluídas (artigo 26º, n.º1, alínea b))

- **Rede Viária Municipal Secundária:** É interdita a edificação numa faixa de terreno com a largura de **10m** para cada lado do eixo e nunca a menos de **5m** da plataforma da estrada, na fase de execução e nas estradas já concluídas (artigo 27º, n.º1, alínea b))

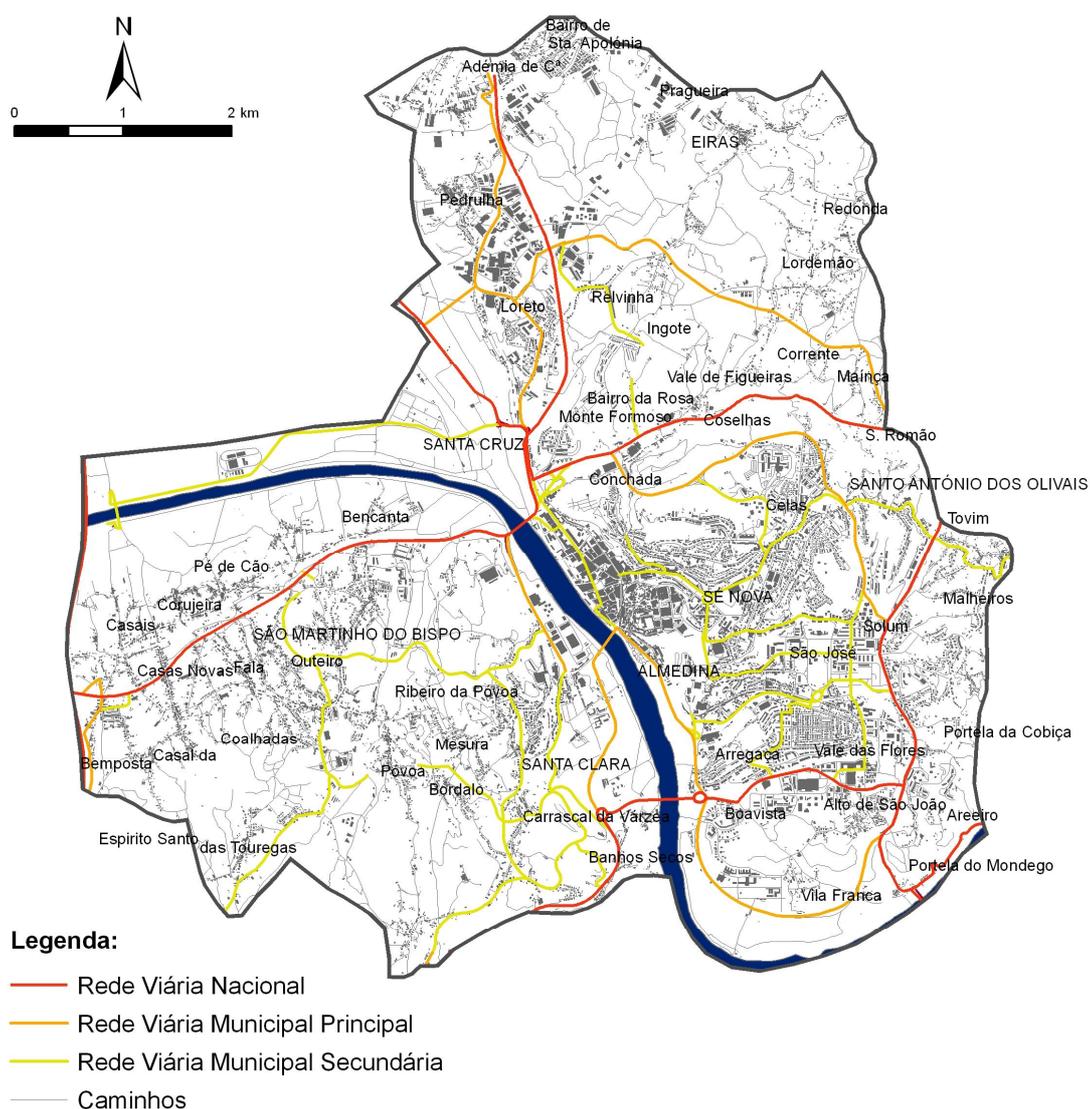


Fig. 55: Rede viária da cidade de Coimbra

Com base nos dados conseguidos, chegaram-se aos seguintes pressupostos:

⁶⁶ **Plataforma da estrada:** Abrange a faixa de rodagem e as bermas – Regulamento do PDM, artigo 3º, alínea e)

Ponto 1: A plataforma da estrada mede 15.3m, isso significa uma distância entre o eixo da via e o limite lateral da plataforma da estrada na ordem dos 7.7m

Ponto 2: Segundo o RMUE, o afastamento da edificação ao eixo da via depende da sua posição hierárquica, sendo no caso da **rede viária nacional** de 50m, em termos da **rede viária municipal principal** o afastamento da edificação ao eixo da via deve ser de **20m** e no que diz respeito à **rede viária municipal secundária** o afastamento da edificação é de **10m**.

Ponto 3/Conclusão: Com base no peso territorial de cada uma das tipologias de rede viária, que se apresenta na tabela, e na análise dos dados anteriormente apresentados, conclui-se que a distância existente entre o limite lateral da plataforma da estrada e a edificação é, em média, de 7,4m.

Tabela 28: Peso de cada uma das hierarquias da rede viária em relação ao total

Tipologia	%
Rede viária nacional	5
Rede viária municipal principal	4
Rede viária municipal secundária	91

Neste sentido, a distância média entre dois edifícios com uma via de trânsito de permeio é de 29,9m.

Uma vez determinada a distância média entre dois edifícios, foi projectada, a partir dos edifícios uma área com um raio de 29,9m. O resultado dessa projecção constitui as unidades de povoamento, as quais constituem a base geográfica para avaliar o nível de dispersão do centro urbano de Coimbra.