

Modelo de exigências para uso urbano do solo. Critérios urbanísticos e riscos naturais – um exemplo em Coimbra

Lusitano dos Santos¹
José Fortuna²

Resumo:

Neste artigo, apresenta-se uma metodologia de análise da capacidade de uso urbano do solo, associada à identificação de áreas com adequabilidade preferencial a usos determinados. A análise baseia-se na aplicação de um modelo que permite definir classes de aptidão para diferentes tipos de uso, em função de critérios urbanísticos e limitações ao crescimento urbano, incluindo a possibilidade de manifestação de riscos naturais. A descrição das diferentes fases do modelo é apresentada em associação com um estudo de caso, numa área concreta da cidade de Coimbra.

Palavras-chave:

Planeamento Urbano, Ordenamento do Território, Geomorfologia, Riscos Naturais, Coimbra.

Résumé:

Dans cet article, on présente une méthodologie d'analyse de la capacité de l'usage urbain du sol, associée à l'identification d'aires avec adéquabilité préférentielle a usages spécifiques. L'analyse est basée dans l'application d'un modèle qui permet la définition de classes d'aptitude pour différents types d'usage, en fonction de critères d'urbanisme et de limitations au développement urbain, incluant la possibilité de manifestation de risques naturels. La description des différentes phases du modèle se présente en association avec une étude de cas, dans une aire de la ville de Coimbra.

Mots clés:

Planification de l'usage du sol, Aménagement du Territoire, Géomorphologie, Risques Naturels, Coimbra.

Abstract:

In this paper, we present a methodology to the land urban use capacity analysis, associated to the identification of prime ability areas to specific uses. The analysis is based on a model application that permits to define ability classes to different use types, in function of urbanity criteria and urban growth limitations, including natural risks occurrences possibility. The different phase's model description is associated with a study case, in a concrete area at Coimbra town.

Key words:

City planning, Land use planning, Geomorphology, Natural Risks, Coimbra.

Introdução

Uma metodologia referente à análise da capacidade de uso urbano do solo está necessariamente associada à identificação de áreas com adequabilidade preferencial a usos determinados, sendo a sua importância justificável pela prioridade que a afectação de solos para usos urbanos tem no planeamento do território.

A metodologia que se descreve assenta na aplicação de um modelo, para a definição de classes de aptidão para usos específicos, em função de critérios urbanísticos e de limitações ao crescimento urbano, incluindo-se

a possibilidade de ocorrência de riscos naturais em áreas determinadas.

O crescimento urbano, por seu lado, encontra-se associado à capacidade de uso do solo e depende de um conjunto de limitações onde assumem relevância não só critérios de ordem física como limitações ou barreiras, designados por factores de limiar, que o condicionam (SANTOS, 1984, 10-14); a abordagem destas limitações foi assim agrupada:

- i. Limitações resultantes da análise física do território
 - a. Limitações fisiográficas (declives, exposições, solos moles, rede hidrográfica);
 - b. Limitações infraestruturais (saneamento básico, rede viária);
- ii. Limitações inerentes ao desenvolvimento do espaço urbano

¹ Doutor em Ordenamento do Território e Transportes – Universidade de Coimbra, Portugal.

² Mestre em Engenharia Urbana – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional Centro, Portugal.

- a. Limitações estruturais (área central, população residente, áreas ocupadas, espaços e elementos em risco);
- b. Limitações resultantes dos equipamentos (índices de utilização e expansões);
- c. Limitações funcionais (reservas ambientais e valores culturais).

A graduação das limitações ao crescimento urbano e o seu cruzamento com áreas de risco conduz à determinação da adequabilidade do solo para cada categoria de uso e respectiva infraestruturização permitindo, também, o levantamento dos espaços e elementos em risco numa área determinada, incorporando-os desta forma no processo de planeamento.

Por outro lado, os grupos de limitações conduzem a que a análise da capacidade de uso urbano do solo seja colocada ao nível do existente e ao nível das áreas de expansão, colmatação, consolidação e reconversão do tecido urbano abordando os seguintes aspectos:

- i. Análise do existente:
 - a. Adequabilidade do uso actual do solo urbano (classificação da capacidade de uso);
 - b. Levantamento dos espaços urbanos e elementos em risco (zonamento);
 - c. Compatibilização com as limitações inerentes ao desenvolvimento do espaço urbano (análise das limitações estruturais, de equipamento e infraestruturais);
- ii. Análise de áreas de expansão, colmatação, consolidação ou reconversão:
 - a. Adequar as propostas de crescimento urbano ao território (análise das limitações fisiográficas, infra-estruturais, de equipamento e funcionais).

Com base nos pressupostos expostos, foi desenvolvido um modelo, com aplicação a uma área localizada na cidade de Coimbra particularmente exposta ao risco de natureza geomorfológica, o que possibilitou, no final, a apresentação de uma súmula conclusiva com referências contributivas para o planeamento do crescimento da referida área.

As peças gráficas apresentadas tiveram como base cartografia digital (escalas 1:10.000 e 1:1.000), tendo sido utilizado *software ArcView* nas cartas referentes à análise física e os desenhos realizados em *Microstation*.

O Modelo

O modelo que sustenta a metodologia descrita é constituído pelas seguintes fases: Fase 0 – Delimitação da área de estudo; Fase 1 – Identificação das restrições; Fase 2 – Zonamento das áreas de risco; Fase 3 – Classificação da capacidade de uso do solo; Fase 4 – Identificação dos espaços urbanos e elementos em

risco; Fase 5 – Interpretação dos resultados e implicações no processo de planeamento.

A Fase 0 – *Delimitação da área de estudo* – deve englobar áreas homogêneas do ponto de vista físico e geológico e atender à economia de escala do trabalho, podendo envolver vastas áreas do planeamento municipal e regional, ou descer ao nível do plano urbanístico.

Na Fase 1 – *Identificação das restrições* – estas são obtidas a partir de factores discriminantes resultantes da análise das limitações fisiográficas e limitações funcionais, incluindo-se os riscos naturais. Esta identificação implica a realização das duas seguintes tarefas:

- i. Identificação das limitações fisiográficas: declives, exposição das encostas, solos moles, rios e linhas de água
- ii. Identificação das limitações funcionais: reservas ambientais e valores culturais

Na Fase 2 – *Zonamento das áreas de risco* – identificam-se e delimitam-se áreas de risco, a partir de factores discriminantes, em função do tipo de risco em análise. Podem analisar-se os seguintes riscos naturais com incidência urbana: de natureza tectónica (sismos e tsunamis), de natureza magmática (erupções vulcânicas), de natureza geomorfológica (erosão, movimentos de massa, abaixamentos, assentamentos, fluência e dilatação), de natureza hidrológica (cheias) e de natureza climática (ventos).

A Fase 3 – *Classificação da capacidade de uso do solo* – consiste em atribuir usos urbanos do solo tendo em atenção os resultados encontrados nas duas fases anteriores. Esta fase desenvolve-se em duas etapas: a primeira destinada a subdividir a área de estudo em duas partes, nomeadamente as áreas não adequadas ao uso urbano e as áreas adequadas a esse uso; a segunda etapa analisa as áreas adequadas ao uso urbano e subdivide-as pelos diferentes tipo de uso, designadamente os usos residencial, industrial e de equipamentos; para além destes usos, esta etapa ainda analisa as condicionantes existentes relativamente à instalação de infra-estruturas, particularmente a rede viária e o saneamento básico. Esquemáticamente, o desenvolvimento desta fase estrutura-se da seguinte forma:

- i. Classificação face aos riscos naturais
 - a. Uso verde (restrições)
 - b. Uso urbano
- ii. Adequabilidade preferencial – descretização dos usos urbanos face aos riscos
 - a. Uso residencial
 - b. Uso industrial
 - c. Uso de equipamento
 - d. Canais preferenciais de infraestruturização – saneamento básico e rede viária

Na Fase 4 – *Espacos urbanos e elementos em risco* – efectua-se o levantamento dos espaços urbanos e urbanizáveis localizados nas áreas identificadas

nas fases anteriores, nomeadamente as áreas de risco, bem como a identificação dos elementos em risco (pessoas, património cultural, etc.). É realizada em duas etapas, a primeira relativa aos espaços urbanos e elementos existentes e a segunda aos espaços e usos previstos em plano, neste caso, para análise face a disposições previstas para complemento da determinação de limitações estruturais, de equipamento e infraestruturais.

A Fase 5 – *Interpretação e implicação no processo de planeamento* – destina-se a interpretar os resultados da fase anterior e a fazer recomendações, nomeadamente nas situações de risco existente ou de previsões de uso inadequado previstos nos instrumentos de planeamento. É também realizada em duas etapas, nomeadamente:

- i. Capacidade de uso face ao existente
- ii. Capacidade de uso face à expansão e usos previstos

Aplicação do Modelo

O modelo foi aplicado numa área sujeita ao risco de natureza geomorfológica, integrada na malha urbana da cidade de Coimbra, que se encontra já parcialmente ocupada, existindo, contudo, áreas consideráveis para expansão urbana; a análise das condições geológicas e geotécnicas foi feita a partir de estudos do Plano Integrado do Ingote e da Circular Externa da Cidade de Coimbra e, da sua conjugação com a análise física, desenvolveu-se um modelo de análise da capacidade de uso urbano do solo a partir da classificação baseada na ponderação qualitativa de factores discriminantes do âmbito da geomorfologia, estrutura geológica, litologia e propriedades geotécnicas e de condições hidrogeológicas e de coberto vegetal.

Foi também efectuado o levantamento dos espaços urbanos e dos elementos edificados e infraestruturais, no estado em que se apresentam, bem como o existente em plano e em propostas de intervenção resultantes, quer de outras análises ou de estudos paralelos, o que permitiu, face ao zonamento do risco geomorfológico, desenvolvido paralelamente, determinar os espaços urbanos e os elementos em risco na totalidade da área em estudo.

No final, foi possível efectuar uma interpretação dos usos existentes, face à classificação da capacidade de uso efectuada, bem como da sua adequabilidade face a expansões previstas em plano, apontando-se limitações existentes e potencialidades detectadas, por forma a contribuir para o planeamento do crescimento urbano com base no potencial do espaço e dos factores necessários aos usos aí existentes, em respeito pelas limitações encontradas, evoluindo da aptidão natural do território, no seu estado actual, para um aproveitamento racional da aptidão potencial que esse mesmo território possui.

Fase 0 – Delimitação da área de estudo

Com localização e enquadramento assinalados na Figura 1, a área, com cerca de 355 ha, situa-se na parte norte da cidade de Coimbra e possui uma situação privilegiada nas acessibilidades de nível nacional, destacando-se os grandes eixos rodovias e ferroviários integrantes da cidade, particularmente a travessia da área pelo IC 2, (a EN 1), os acessos à auto estrada A1 e margem esquerda do Mondego, através da Ponte Açude, e o acesso directo à Circular Externa da Cidade de Coimbra, que é já hoje a grande ligação ao Tóvum.

A ocupação urbana inclui áreas de construção recente do Monte Formoso e bairros destinados a habitação social como o Bairro da Rosa, o Bairro Camarário do Ingote e o Bairro da Liberdade e de São Miguel, bem como zonas periféricas envolventes de áreas industriais, como as zonas da Relvinha e Loreto. As zonas de ocupação menos recentes, como Vale de Figueiras, Coselhas e edificações dispersas, têm características rurais, mas foram abandonando a sua função agrícola dado o carácter expectante dos terrenos situados na influência directa da cidade de Coimbra. A zona aluvionar do vale da Ribeira de Coselhas foi alvo de progressiva transformação de áreas agrícolas, assistindo-se à implantação de algumas unidades industriais.

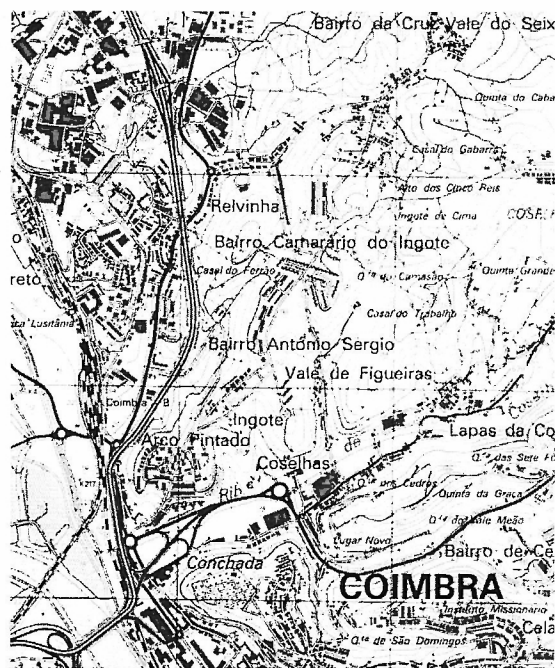


Figura 1 - Localização e enquadramento da área de estudo.

Fase 1 - Identificação das restrições

Fase 1.1 – Limitações Fisiográficas: as limitações fisiográficas resultaram da análise física do território e de factores discriminantes do âmbito da geomorfologia, tendo sido determinadas a partir das cartas assinaladas na Figura 2 – carta hipsométrica, na Figura 3 – carta de declives e na Figura 4 – carta de exposição de encostas.

Declives

No âmbito dos riscos de natureza geomorfológica, o declive assume-se como um factor discriminante principal, dado que interage ao nível dos patamares de erosão, num contexto geomorfológico (Tabela 2), na litologia, dado que permite definir declives críticos para deslizamentos e desabamentos (Tabela 1) e no coberto vegetal por permitir descretizar a necessidade, ou não, da sua existência (Tabela 2).

Forma das vertentes e relevo

A forma das vertentes e o relevo deram indicações sobre a natureza geológica das formações, sintetizando-se na Tabela 3 algumas das características que permitiram a interpretação e subsequente análise da susceptibilidade a riscos geomorfológicos.

A Tabela 3, apresentada como extracto da fonte referida, respeita apenas às rochas sedimentares, ocorrentes na área de estudo e mais susceptíveis aos riscos de natureza geomorfológica. Os estudos analisados não apontam a existência de quartzitos ou xisto argiloso, embora ocorram nas proximidades (circular externa) xistos do Pré-câmbrico (complexo cristalofílico) subjacentes ao grés do Triássico, mas que não interessam à área em análise.

A análise hipsométrica, exposta na Figura 2, permite assinalar a existência de uma topografia, mais ou menos acidentada, que varia desde a cota 16.50, no final do Vale da Ribeira de Coselhas, elevando-se para cotas superiores à cota 100, no Alto dos Cinco Reis, a Noroeste, e à cota 135, a Nordeste, perto do Bairro da Liberdade. Nota-se a predominância dos intervalos das cotas 40-60; 60-80; e 80-100, correspondentes, em parte, a áreas de encostas declivosas, sendo de menor área os espaços entre as cotas 0-20 e superiores à cota 100, correspondentes, respectivamente, ao Vale de Coselhas e aos planaltos, onde o relevo é menos acidentado devido à natureza descomprimida e alterada dos depósitos de terraço.

A rede hidrográfica caracteriza-se por uma drenagem pobre, correndo as linhas de água em vales encaixados nas formações ocorrentes; salienta-se a Ribeira de

DECLIVES CRÍTICOS

TIPO DE RISCO	DECLIVES (°)	DECLIVES (%)
Deslizamentos	10–15	17,6–26,8
Desabamentos	33–37	65,0–75,0

Tabela 1 - Declives críticos para riscos geomorfológicos.
Fonte: FERREIRA (1997; 10)

MARSH

PARDAL

	Declive das vertentes (%)	Patamares de erosão	Riscos de erosão	Coberto vegetal
	Muito íngremes	áreas activas ao risco de erosão e ruptura subsequente	erosão mais intensa e com maior nível de perigosidade	necessária a existência de coberto florestal de protecção
46,6				
45	Íngremes	áreas altamente susceptíveis a ruptura e erosão	elevado risco de erosão hídrica	necessária a existência de coberto florestal de produção
26,8				
25	Moderadas	erosão eminente	risco de erosão	—
15				
8,7				
5	Suaves	com nulo ou baixo risco de erosão		
2				
0				

Tabela 2 - Declives – Formas do relevo e patamares de erosão.
Fonte: Elaborado a partir de MARSH, (1991; 55) e PARDAL, (1988; 173-176)

FORMAS DA VERTENTE	OCORRÊNCIAS	RELEVO
Convexidade	Areias	Dunar
Concavidade	Margas	Ondulado a ondulado suave
Abruptos	Calcários	Carsificação, abruptos, planaltos
	Arenitos – grés	Ondulado a movimentado
	Cascalheira	Terraços
	Conglomerados	Ondulado
Bacias hidrográficas orientadas por fracturas	Margas, Calcários e Arenitos	

Tabela 3 - Forma das vertentes.
Fonte: Pardal, (1988; 174-175), extracto.

Coselhas pelo seu interesse geológico e geotécnico e porque se constitui como linha de drenagem principal.

As linhas de cumeadas correspondem aos planaltos e delimitam as bacias hidrográficas existentes, sobressaindo a linha de cumeadas principal, de orientação Nordeste-Sudoeste, que se estende desde o Monte Formoso até Lordemão, passando pelo Bairro do Ingote.

Na análise da declividade da área foram descretizadas seis classes de declives, resultando da análise da Figura 3 que a classe que predomina engloba vertentes com declives compreendidos entre os 15 e 25%, seguida das classes de declive de 5-15 e 25-45%.

Esta situação é característica de um território cujo relevo é caracterizado por colinas com encostas

mais ou menos declivosas, alguns abruptos e alternância dos vales e linhas de cumeadas. Significativa é a classe entre os 0 e 2%, correspondente, em parte, a áreas do Vale de Coselhas e a áreas de planalto.

As encostas têm exposição predominante aos quadrantes Sule e Oeste e as suas áreas estão descretizadas na Figura 4; constata-se a alternância das exposições Oeste a Noroeste, com as exposições Este e Sudeste, factor indicativo da alternância de vales e linhas de cumeadas; esta sequência é característica da área de estudo.

Face ao resultado da análise física constata-se que a rugosidade do território, com vales muito encaixados e vertentes com declives acentuados, por

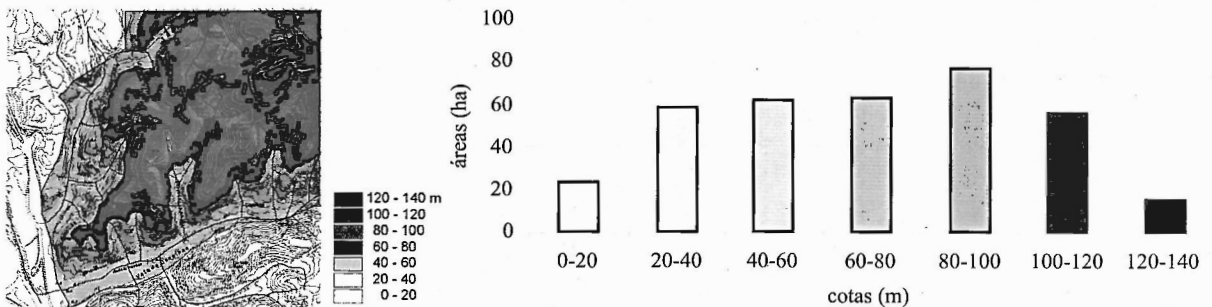


Figura 2 - Carta hipsométrica.

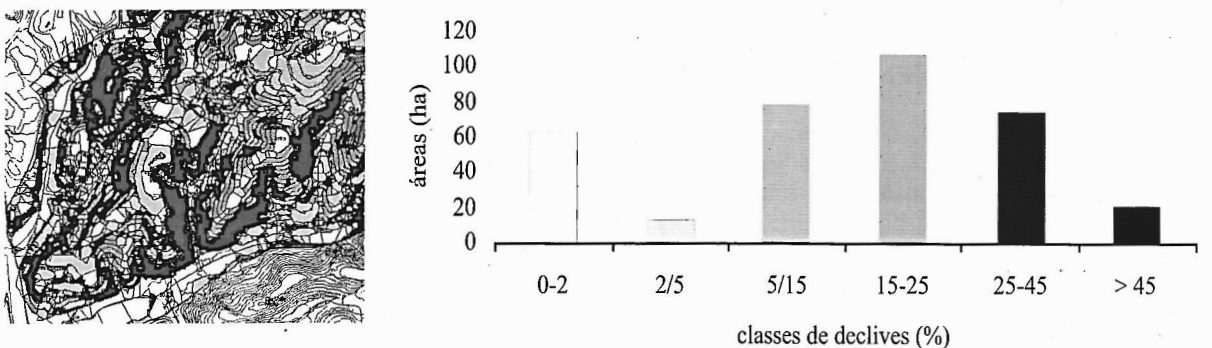


Figura 3 - Carta de declives.

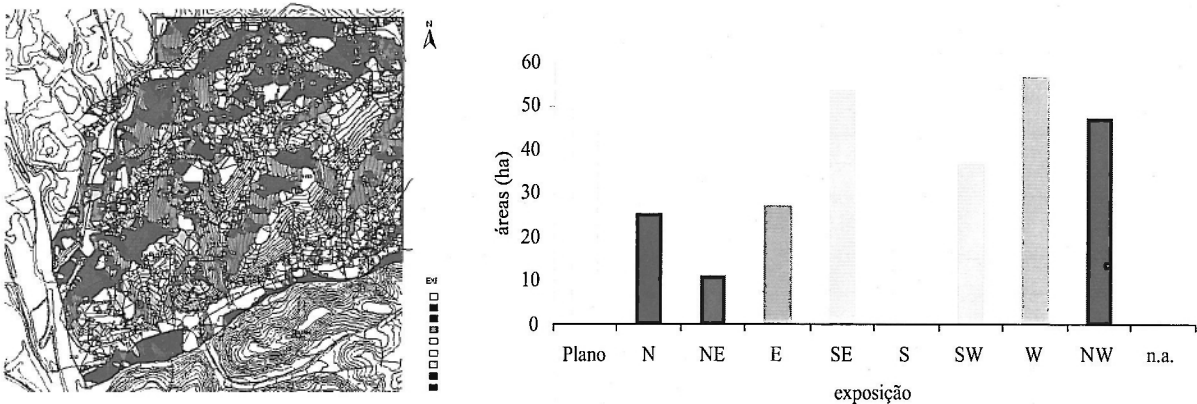


Figura 4 - Carta de exposição de encostas.

vezes abruptos, e a existência de planaltos é característica de formações calcárias, com as áreas de planalto mais susceptíveis a fenómenos de erosão, o que, associado à declividade das encostas, origina a formação de depósitos de vertente e acumulações detríticas.

Por outro lado, as condicionantes impostas por este tipo de topografia condicionam as acessibilidades internas, tendo conduzido a uma ocupação do solo com fortes discontinuidades, privilegiando a construção na base dos vales, ao longo das linhas de cumeeira e nas encostas com declives mais suaves.

Estas áreas, de morfologia mais favorável, encontram-se vocacionadas para a função residencial e localização de equipamentos, beneficiando da boa exposição solar, a que se associa um valor paisagístico acrescido, face à panorâmica sobre os campos do Mondego e a cidade de Coimbra; como contraste, a parte inferior do Vale da Ribeira de Coselhas, constituído basicamente por solos aluvionares, tem permitido a implantação de algumas edificações, particularmente de indústrias, o que tem conduzido ao estrangulamento do vale.

Fase 1.2 – Limitações Funcionais: as limitações funcionais não, foram aqui consideradas, face à inexistência de reservas ambientais ou valores culturais a preservar.

Fase 2- Zonamento das áreas de risco geomorfológico

A classificação das formações geológicas e a sua interpretação no âmbito da análise territorial, envolve a observação das relações entre o tipo de rocha, considerando tipo de fácies, resistência à erosão, expressão do relevo, declives dominantes, fisiografia das vertentes, orientação das bacias hidrográficas e permeabilidade (PARDAL, 1988, 172); estas relações serviram para a adequação de alguns factores

discriminantes respeitantes aos riscos de natureza geomorfológica, necessários à formulação do modelo.

Neste pressuposto, considerou-se um conjunto diversificado de factores discriminantes que vão no sentido de tentar sistematizar uma classificação para os riscos de natureza geomorfológica, particularmente ao nível das rochas sedimentares com fácies mais representativas e formações recentes, dada a maior susceptibilidade destas formações aos riscos geomorfológicos e que são as ocorrentes na área em questão.

Esta classificação, sistematizada na Figura 5, englobou um conjunto de factores discriminantes, nomeadamente de natureza geológica, hidrogeológica, hidrológica, litológica, geomorfológica, geotécnica e de coberto vegetal e onde, para além da classificação das zonas de risco, se apontam riscos espectáveis em função das formações geológicas de origem sedimentar em presença.

Os factores discriminantes resultantes da análise física, essenciais à constituição do modelo, foram as classes de declives e a exposição das encostas, definidas em função do tipo de actividade que se pretende analisar. A Tabela 4 apresenta a descretização dos declives em seis classes, adequadas à análise do espaço urbano conforme o tipo de actividade.

A orientação do declive das vertentes dá-nos um conjunto de condicionalismos, expostos na Tabela 5, que permitem avaliar a forma como a ocupação urbana pode ser orientada e desenvolvida no território,

CLASSES DE DECLIVES (%)	
0-2	Em Função do Tipo de Actividade
2-5	
5-15	
15-25	
25-45	
> 45	

Tabela 4 - Análise física – Classes de declives.

FACTORES DISCRIMINANTES	FORMAÇÕES CALCÁRIAS (<i>JURÁSSICO</i>)					FORMAÇÕES RECENTES (<i>QUATERNÁRIO</i>)				(<i>TRIÁSSICO</i>)
GEOLOGIA	Calcários pouco alterados, são e dolomitizados	Calcários alterados	Calcários muito alterados a decompostos			Depósitos de terraço		Aluviões	Depósitos detriticos	Arenitos/grés
Argila	-----	Alternância de Margas	Alternância de margas Níveis silto argilosos e argilosos							Grés, Grés margoso, Grés calcário e Grés argiloso.
Formação superficial	-----	-----	Depósitos superficiais de vertente							Depósitos superficiais de vertente
HIDROGEOLOGIA Permeabilidade	-----	Em grande	Através das fissuras dos calcários					Aquíferos e nível freático junto à superfície	Retenção de água nas camadas superficiais perante situações hidrológicas severas	Permeabilidade média por porosidade e constituição de aquíferos
HIDROLOGIA						Alternância no regime climático	-----	-----		
LITOLOGIA Atitude das camadas	Base calcária do complexo litológico	-----	Sentido da inclinação das camadas calcárias coincidente com a orientação do declive das vertentes	Varição na orientação das encostas	Sentido da inclinação das camadas calcárias, inverso ao da orientação do declive das vertentes		Acumulação de água nas zonas de contacto geológico			Formações do Triássico subjacentes, em regra a camadas calcárias do Jurássico Inferior. Ocorrem com frequência subjacentes a solos residuais arenosos ou a zonas aluvionares.
GEOMORFOLOGIA Declive	-----	-----	Declive crítico 10 – 15°		Declive crítico 33 – 37°	Relevo ondulado e terraços	Estabilidade possível até 90°	0 – 5%	5-15%	Declives dominantes 0-12%
Forma da encosta										+ côncava
GEOTECNIA										
Sísmica de refração (Vp em m/s)						350-600	600-950	400-600	350-500	
Compacidade						Soltos – Muito descomprimidos	Compactos e Muito Compactos			
Consistência								Muito mole	Mole	
SPT								0-2	2-4	
Compressibilidade (argila) Coesão não drenada						Fácies de natureza argilosa	-----	< 20 KPa	20-30 KPa	
Classificação do tipo de solo						Solos grossos: características arenosas, cascalhentas, gresão-conglomerados e conglomerados		Solos com baixa capacidade de carga (solos moles), areias finas, siltes, argilas, lodos	Solos de natureza arenosa, silteosa ou argilosa, podendo ter material grosseiro, em função das formações de origem localizadas a cotas superiores.	
RISCO POTENCIAL	-----	Carsificação Abatimentos	Deslizamentos Assentamentos		Desabamentos	Erosão Pluvial Ravinamento	Exsurgências	Assentamentos, Erosão Fluvial, Baixa Resistência ao Corte	Deslizamentos, Escoradas, Fluência, Erosão Fluvial	
			Zonas Instáveis	Zonas de Transição	Zonas Estáveis Condicionadas	Zonas Estáveis	Zonas Estáveis	Zonas Instáveis	Zonas Instáveis	Zonas Estáveis
ZONA DE RISCO	-----	-----	TIPO I	TIPO III	TIPO II	TIPO IV	TIPO IV	ALUVIÕES	DEPÓSITOS DETRÍTICOS	GRÉS – Tj

Figura 5 – Classificação de zonas de risco de natureza geomorfológica – rochas sedimentares.

EXPOSIÇÃO DE ENCOSTAS
- Exclusão da Exposição Norte
- Privilegiar o Quadrante Sul e Oeste
- Exposição residencial em função da tipologia dos fogos
- Classificação conforme Tabela 6

Tabela 5 - Análise física - exposição de encostas.

particularmente quanto à forma de disposição de áreas residenciais, podendo a exposição das encostas classificar-se de muito bom (quadrante Sul), bom (Este e Oeste), aceitável (Noroeste e Nordeste) e mau (Norte), como se referencia na Tabela 6.

EXPOSIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
Sul, Sudoeste e Sudeste	MUITO BOM
Este e Oeste	BOM
Noroeste e Nordeste	ACEITÁVEL
Norte	MAU

Tabela 6 - Classificação da exposição de encostas.

Os aspectos litológicos são fundamentais para a compreensão dos fenómenos de instabilidade, particularmente ao nível dos deslizamentos e desabamentos, sendo os mais relevantes a atitude das camadas, as superfícies de contacto geológico e as falhas; as principais relações estabelecidas entre os aspectos litológicos e os factores a considerar na delimitação das áreas de risco sintetizam-se na Tabela 7.

Na Tabela 8, apontam-se as condições de fundação, em termos de estabilidade e capacidade de carga, o que influi nos custos de construção. Nas Tabelas 9 e 10, relativos à hidrogeologia e permeabilidade, verifica-

ASPECTOS LITOLÓGICOS	FACTORES A CONSIDERAR
Atitude das camadas	Possibilidades de deslizamentos e, ou, desabamentos, em função da atitude, desfavorável ou favorável, de camadas calcárias, quando intercaladas com margas e níveis argilosos e silto argilosos.
Superfícies de contacto geológico	Possibilidades de exsurgências.
Falhas	Fracturação, em formações cárnicas potenciando o risco de abaixamento.

Tabela 7 - Litologia - factores discriminantes.

GEOLOGIA	CONDIÇÕES DE FUNDAÇÃO
Recentes:	
Aluviões e depósitos detríticos	Más
Depósitos de Terraço	Boas
Jurássico Inferior	Boas
Triássico	Boas

Tabela 8 - Geologia - factores discriminantes.

FÁCIES	PERMEABILIDADE
Areia	Grande
Argilito	Má
Xisto Argiloso	Má
Marga	Má
Calcário	Em grande
Calcarenito	Média
Arenito (grés)	Média
Cascalheira	Boa
Conglomerado	Boa

Tabela 9 - Hidrogeologia e permeabilidade - rochas sedimentares.

SOLOS	PERMEABILIDADE
Grossos	seixos Grande
	areia
Finos	siltes LL < 50 Má
	argilas LL > 50 Má

Tabela 10 - Classificação de solos e permeabilidade.
 Fonte: Adaptado do Regulamento das Pequenas Barragens de Terra,
 D. N.º 48373 de 8/5/68

se a influência da presença de argila nas condições de permeabilidade do solo e, subsequentemente, os riscos que a ela se associam.

Ainda neste contexto, define-se aquífero como a formação permeável capaz de armazenar e fazer circular a água; formação semipermeável (circulação muito lenta da água, permeabilidade moderada a baixa) será a que possui capacidade de mobilizar água armazenada e recarregar outros aquíferos; formação impermeável (permeabilidade muito baixa) será aquela onde a água não circula, mesmo quando se encontra saturada.

Na Tabela 11, apontam-se alguns factores a considerar nas condições de drenagem do solo e na drenagem urbana, sendo função da forma das vertentes, da hidrogeologia e da permeabilidade e, desta forma, das formações em presença; na Tabela 12, descrita-se o coberto vegetal e, em função do declive, o respectivo zonamento preferencial.

DRENAGEM	FACTORES A CONSIDERAR
Drenagem do solo	Bacias hidrográficas
	Densidade de linhas de água
	Zonas aluvionares e formações detríticas
	Hidrogeologia e permeabilidade
Drenagem urbana	Natureza das bacias de drenagem
	Rede de colectores pluviais
	Morfologia urbana

Tabela 11 – Drenagem – factores discriminantes.

COBERTO VEGETAL	
DECLIVE (%)	ZONAMENTO
0 a 2	Espaços verdes de recreio e lazer
25 a 45	Espaços verdes de recreio e lazer
> 45	Espaços verdes de protecção
Zonas aluvionares	Espaços verdes de recreio e lazer

Tabela 12 – Coberto vegetal – factores discriminantes.

No caso presente, os diversos estudos geológicos e geotécnicos analisados, Plano Integrado do Ingote e Projecto da Circular Externa de Coimbra, permitiram-nos sintetizar as seguintes considerações:

Considerações Geológicas

1. Sucessão cronológica das unidades litoestratigráficas:

- Quaternário – formações recentes do Holocénico: aterros indiferenciados (At), aluviões (a), formações detríticas (A1); depósitos de terraço do Plistocénico (Q);
- Jurássico – formações do Jurássico Inferior (J1), constituídas por margas, calcários margosos e dolomíticos;
- Triássico – formações do Triássico Superior (Tj), Hetangiano-Reciano, constituídos por bancadas de grés hematítico.

Quaternário

Aterros indiferenciados (At) – materiais provenientes de terrenos vizinhos e depósitos de vertente de matriz argilosa, calcários margosos e dolomíticos, margas e calcários margosos.

Aluviões (a) – lodos de constituição silto-argilosa e silto arenosa, com extractos arenosos em profundidade (SPT de 0 a 3 nos lodos e 7 a 30, nas bancadas arenosas); ocorrem principalmente na parte final do Vale da Ribeira de Coselhas. Mais para montante ocorrem siltes arenosos e lodos arenosos e argila lodosa. Noutras formações aluvionares das linhas de água ocorrem areias finas, siltosas e por vezes com elementos grosseiros dispersos.

Formações detríticas (A1) – ocorrem a montante das zonas aluvionares e resultam da acumulação de materiais de escorrência das vertentes. A sua constituição é silto-argilosa ou argilosa, com seixos e calhaus rolados dos depósitos de terraço e formações alteradas dos calcários e calcários margosos do Jurássico inferior. A profundidade pode ir até aos 3 a 4m.

Depósitos de Terraço (Q) – depósitos de origem flúvio-marinha, onde predominam as areias grosseiras, greso conglomeráticas a conglomeráticas, com uma matriz de natureza argilo silto arenosa; ocorre também cascalheira e calhaus rolados.

Jurássico

Jurássico Inferior (J1) – formações constituídas por calcários, podendo alternar com margas e níveis silto argilosos e argilosos. A prospecção geofísica – sísmica de refração – e perfis interpretativos respectivos, apontam três níveis de calcários, nomeadamente:

- Parte superior mais descomprimida com calcários muito alterados a decompostos, com alternância de margas e níveis silto argilosos e argilosos, de alta e média plasticidade;
- Subjacentes à camada inicial ocorrem bancadas de calcários alterados com alternância de margas, encontrando-se, por vezes, intensamente carsificados;
- Em profundidade, os calcários são pouco alterados a são e por vezes dolomitizados.

Na área não há alterações apreciáveis à atitude das camadas do Jurássico Inferior; a direcção dominante dos estratos oscila entre N20 a 50E, inclinando 17 a 20° para NW. A base calcária apresenta-se com frequência dolomitizada.

Triássico

Triássico Superior – as formações de grés do Triássico são constituídas por bancadas de grés hematítico muito compacto e ocorrem numa área muito pequena junto a Coselhas.

2. Tectónica

Verificou-se a existência de falhas a nordeste da área de estudo, que favoreceram fenómenos de carsificação nos calcários.

3. Sismicidade

Da análise da Carta de Isossistas de Intensidade Máxima de Portugal verifica-se que a área se insere na Zona de Intensidade VII da Escala de Mercalli Modificada; por outro lado, o Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSAEEP), inclui o concelho de Coimbra na zona "C" do País, cujo zonamento, para quantificação da acção dos sismos, se considera dividido em quatro zonas, "A", "B", "C" e "D", ordenadas por ordem decrescente de sismicidade (RSAEEP, 1983, 43).

A sísmica de refração, apresenta, para os solos mais coerentes e rijos, ou rochas, as mais altas velocidades de propagação das ondas sísmicas (V_p), que chegam a atingir os 3 000 m/s, no caso de calcários muito são a dolomitizados; em contraste, os aluviões lodosos, apresentam V_p da ordem dos 400 m/s; em alguns depósitos de terraço, muito superficiais e descomprimidos, foram observados valores de 360 a 590 m/s para a V_p .

4. Hidrologia

Valores da precipitação ocorrida na região, fornecidos pelo Instituto de Meteorologia e Geofísica e referenciados no Projecto de Execução da Circular Externa da Cidade de Coimbra, apontam valores para as precipitações máxima e intensidades máximas representativas para o cálculo de órgãos dos sistemas de drenagem, e referência de precipitações de elevada intensidade e curta duração, que se revelam influentes em alguns riscos de natureza geomorfológica – ravinamento, erosão fluvial, erosão de encostas.

5. Hidrogeologia

Tomando como base os estudos geológicos e geotécnicos já referenciados e a análise do esboço hidrogeológico no âmbito dos estudos do PDM de Coimbra, definem-se, de forma sucinta, as características fundamentais das principais unidades hidrogeológicas.

Aluviões (a) – são formações com interesse hidrogeológico uma vez que a sua elevada porosidade, resultante dos níveis arenosos em profundidade, permitem a constituição de aquíferos confinados com boas condições de recarga, constituindo-se como aquíferos de "permeabilidade em pequeno"; os níveis freáticos andam junto à superfície, resultado dos siltes argilosos moles e menos arenosos.

Depósitos Detríticos (A1) – podem acumular águas de escorrência à superfície, em condições hidrológicas caracterizadas por intensa pluviosidade, em resultado da predominância de fácies silto-argiloso e argiloso.

Depósitos de Terraço (Q) – são aquíferos por porosidade, de fácil erodibilidade face à percolação

das águas de infiltração, favorecendo a erosão interna; quando em contacto com formações margosas ou argilo margosas do Jurássico Inferior, podem dar origem à ocorrência de exurgências nos taludes naturais.

Jurássico Inferior (J1) – resultado da sua litologia, caracteriza-se por uma permeabilidade "em grande", onde a circulação da água se faz através de fracturas carsificadas.

Triássico (Tj) – o grés de grão fino das formações do Hetangiano-Reciano constituem-se não só como aquíferos por porosidade, resultado da sua litologia, como também em resultado da fissuração. A sua permeabilidade e capacidade de armazenamento permitem considerá-los como bons aquíferos.

6. Coberto Vegetal

A influência da vegetação na estabilidade das encostas é muito variável e depende do tipo de vegetação, densidade do coberto vegetal e do tipo de solo; a vegetação com um sistema extensivo de enraizamento confere uma estabilidade acrescida às vertentes cujos solos sejam constituídos por argilas, siltes, areias e cascalheira, podendo, no caso de vertentes constituídas por solos arenosos, o coberto vegetal dar um incremento ao ângulo do declive de equilíbrio de cerca de 10 a 15 ° (MARSH, 1991, 58).

O contributo do coberto vegetal pode, no entanto, ser insignificante, ou até mesmo prejudicial, no caso de materiais cársicos como as rochas calcárias, uma vez que facilitam a infiltração de água no solo e, subsequentemente, potenciam a erosão interna.

No caso presente, e tomando como referência cartografia temática do Instituto Geográfico Português de 1990, nomeadamente a carta de ocupação do solo, à escala 1: 25.000, obtida em www.igeo.pt – a situação pode ser caracterizada da seguinte forma:

- i. Vegetação arbustiva alta e floresta degradada ou de transição na quase totalidade da área em análise, particularmente nas vertentes;
- ii. Território agro-florestal, na parte terminal do Vale da Ribeira de Coselhas, zona de planalto localizada a Nordeste (Lordemão) e bordo Noroeste;
- iii. Área agrícola heterogénea, com sistemas culturais e parcelares complexos, na zona de quintas, para Este de Coselhas;
- iv. Floresta de folhosas (espécies espontâneas) e floresta de resinosas (pinheiro bravo) em pequenas manchas, constituindo-se como coberto florestal de protecção em zonas declivosas das vertentes de Vale de Figueiras e Vale de Coselhas, e nas zonas a Norte, sendo muitas vezes o grau de coberto superior a 50%.

O coberto vegetal não é desadequado, particularmente nas vertentes mais íngremes, embora certas zonas de planalto tenham vegetação de fraca densidade e a parte florestal esteja bastante degradada, facilitando os fenómenos de erosão. Da análise de fotografias aéreas de épocas diferentes assiste-se a uma evolução no sentido do favorecimento do coberto vegetal.

Zonamento dos riscos geomorfológicos

O zonamento dos riscos geomorfológicos, baseou-se nos estudos geológicos e geotécnicos realizados para áreas específicas no âmbito do Plano Integrado do Ingote e do Projecto da Circular Externa de Coimbra, tendo a restante área de estudo sido complementada com base nos principais factores discriminantes já referenciados, bem como nas principais cartas de factores com relevo para as cartas de declives e de exposição de encostas.

Serviram à delimitação: (1) as *superfícies de contacto geológico*, que correspondem à linha de separação entre as formações ocorrentes; (2) o *conhecimento de anteriores acidentes geomorfológicos*, particularmente as áreas que se nos apresentaram com maior interesse, localizadas a Noroeste e Sudoeste da área em estudo, dada a visibilidade da fracturação dos calcários que têm originado a ocorrência de deslizamentos e desabamentos recentes; (3) os *factores discriminantes de natureza física*, como as linhas de cumeada e vales, locais onde se verificavam variações na orientação do declive das vertentes, e sua compatibilização com *factores litológicos*, particularmente, com o sentido de inclinação das camadas.

O zonamento, representado na Figura 6, é a tradução gráfica da classificação obtida para as zonas de risco de natureza geomorfológica exposta na Figura 5, tendo-se compatibilizado as formações mais susceptíveis com o maior número de factores discriminantes significativos.

Foram assim delimitadas áreas homogéneas, classificadas e tipificadas num zonamento de risco geomorfológico, distinguindo-se sete zonas em função da instabilidade geomorfológica expectável para as formações ocorrentes, tendo a sua caracterização sido completada com indicações singulares sobre cada zona em si.

Para análise e complemento da caracterização do zonamento foi efectuada uma síntese onde se caracterizam, por zonas, as condições de ocorrência, bem como características relevantes dos solos e rochas.

Face à dominância dos diferentes riscos, assim foram sendo estes considerados como principais e secundários nas respectivas zonas, tendo alguns sido tidos como ocorrências singulares de natureza aleatória, o que levou a que fossem considerados, pontualmente, nas zonas de previsível ocorrência.

As diferentes zonas cartografadas na carta da Figura 6 – zonamento dos riscos geomorfológicos são tipificadas da seguinte forma:

Zona de Risco Tipo I

Com uma área de 87,68 ha, representa 24,65% da área de estudo, onde ocorrem formações calcárias do Jurássico Inferior, inclinando 17 a 20° para Noroeste.

As camadas calcárias podem intercalar com margas e níveis silto argilosos e argilosos, sendo assinalada a presença de solos com classificação de CH, CI e MH. Os declives são acentuados e em geral superiores a 25%, englobando uma área significativa com declives compreendidos entre os 15 e os 25%; a exposição dominante é Noroeste, coincidindo a orientação do declive das vertentes com o sentido da inclinação das camadas calcárias, que assumem atitude desfavorável à estabilidade, inclinando para “fora de talude”.

O risco principal nesta zona é constituído pelos deslizamentos, ocorrendo como riscos secundários, ou subsidiários, as escoadas, os abaixamentos devido à carsificação, os assentamentos diferenciais, a fluência, a dilatação e, ou, retracção do solo, devido à ocorrência de argilas expansivas e exsurgências, bem como fenómenos de erosão, nas diferentes formas de erosão fluvial, erosão das encostas e erosão por ravinamento.

Zona de Risco Tipo II

Esta zona abrange uma área de 112,22 ha, representando 31,56% da área de estudo, constituindo-se como a mais vasta das zonas delimitadas; ocorrem formações calcárias do Jurássico Inferior e depósitos de terraço do Quaternário, tendo sido assinalada a presença de solos com classificação de CH, CI, MH, SL e SM.

Os declives são em grande parte superiores a 25%, particularmente nas encostas constituídas nas formações do Jurássico Inferior, diminuindo a declividade nas áreas dos depósitos de terraço; a exposição dominante é Sudeste, encontrando-se a orientação do declive das vertentes em divergência com o sentido da inclinação das camadas calcárias, assumindo estas uma atitude favorável à estabilidade, inclinando para “dentro de talude”.

Sendo áreas estáveis, podem, no entanto, ocorrer alguns acidentes geomorfológicos, como pequenos deslizamentos e desabamentos, estes com maior grau de perigo, em especial se se constituírem como resultado de acções antrópicas e ocorrerem condições que favoreçam a erosão diferencial.

O risco principal desta zona é a possibilidade de ocorrerem desabamentos, podendo desenvolver-se riscos de natureza secundária, nomeadamente os abaixamentos devido à carsificação dos calcários, as exsurgências e a argilas expansivas, bem como fenómenos de erosão fluvial e erosão das encostas por ravinamento.



Figura 6 - Zonamento dos riscos geomorfológicos.

Zona de Risco Tipo III

Com uma área de apenas 4,63 ha, correspondente a 1,30% da área de estudo, as áreas inseridas nesta zona constituem-se como transição entre as zonas de risco do tipo I e zonas de risco do tipo II, em resultado da variação da exposição das encostas em torno do quadrante Sul. Embora possam ser consideradas zonas estáveis do ponto de vista litológico, a sua perigosidade resulta dos elevados declives, que ultrapassam, em regra, os 25%, podendo ocorrer riscos dos assinalados para a zona de risco tipo I.

Zona de Risco Tipo IV

Com uma área de 76,49 ha, correspondendo a 21,51% da área de estudo, esta zona engloba os depósitos de terraço do Quaternário e formações calcárias subjacentes, com alternância de margas e nêveis silto argilosos e argilosos.

Os declives são em algumas áreas pouco acentuados, encontrando-se grandes espaços compreendidos entre 0 e 5% e de 5 a 15%, onde se têm desenvolvido urbanizações recentes, correspondendo às áreas mais elevadas dos planaltos, embora se encontrem fortes declives em alguns locais de exposição Oeste e Nordeste.

Sendo áreas relativamente estáveis, podem ocorrer desabamentos, em intervenções cujas escavações interessem camadas calcárias subjacentes, por vezes, muito alteradas e decompostas. O risco principal nesta zona é, no entanto, a erosão das camadas superficiais, muito descomprimidas e friáveis, dos depósitos de terraço, associada à erosão por ravinamento. Riscos de natureza secundária também podem ocorrer, caso sejam interessadas camadas calcárias subjacentes, especialmente as resultantes de exurgências e argilas expansivas; os solos de predominância arenosa e cascalhentos são classificados como GC e SC; com matriz silto argilosa têm a ocorrência de solos MI, ML, MH, CL e CI.

Zona de Aluviões e Depósitos Detríticos

Estas zonas ocupam uma área de 56,22 ha, correspondendo a 15,81% do total, sendo as principais formações aluviões de constituição silto argilosa e silto arenosa; as formações detríticas correspondem a depósitos a montante das zonas aluvionares e têm uma componente de solos superficiais silto argilosos e argilosos.

As formações detríticas apresentam valores compreendidos entre os 0 e 5%, como no vale que se estende de Coselhas para Nordeste; noutros casos, ocorrem mais encaixados e com inclinações superiores, como na parte terminal de Vale de Figueiras e nos vales que lhe ficam a Oeste, podendo o declive atingir valores da ordem dos 25%.

A zona aluvionar do Vale da Ribeira de Coselhas é propensa ao desenvolvimento de assentamentos, nomeadamente, assentamentos hidrodinâmicos, ou

de consolidação, podendo ocorrer devido a aterros, ou outro tipo de carregamento, dada a fraca capacidade de carga dos solos moles, e os assentamentos diferidos daí resultantes, podendo colocar em risco aterros, infra-estruturas hidráulicas ou edificações.

Fase 3 - Classificação da capacidade de uso do solo

Nesta fase definem-se as áreas com potencial de uso verde, as áreas a integrar o uso urbano e é analisada a adequabilidade preferencial dos usos urbanos perante a especificidade da classificação efectuada. Para a área de estudo, foram analisadas as seguintes capacidades de uso urbano do solo: Uso verde (estrutura verde urbana); Uso de ocupação urbana (e de adequabilidade residencial); Uso industrial; Uso de equipamento urbano; Infra-estruturação urbana: saneamento, drenagem e rede viária. No caso presente, ilustra-se a capacidade de uso verde, a capacidade de uso de ocupação urbana, a adequabilidade do uso residencial e, ao nível da infra-estruturação, a rede viária.

Fase 3.1 – Classificação Face aos Riscos Naturais: O processo de delimitação iniciou-se a partir das restrições resultantes das limitações de ordem fisiográfica e riscos de natureza geomorfológica, tendo-se considerado as restrições determinadas, com tendo capacidade de integração na estrutura verde urbana. Posteriormente, efectuou-se a restante delimitação do território a partir da classificação resultante da ponderação da capacidade de uso para ocupação urbana, face ao zonamento do risco geomorfológico e perante cartas de factores descretizadas na análise física. Igual procedimento foi utilizado para determinar a delimitação da classificação da capacidade de uso urbano dos restantes usos.

Uso Verde – restrições

O Uso Verde, resultante das restrições e classificação apontada na Tabela 13, está relacionado com as condições geomorfológicas (declives), associadas à geotecnia (solos moles) e hidrografia (rios e linhas de água) que permitiram definir áreas com aptidão para integrar a estrutura verde urbana (V1 – verde de recreio e lazer e V2 – verde de protecção). A tradução gráfica destas restrições encontra-se na carta de restrições e da capacidade de uso verde – estrutura verde urbana, representada na Figura 7.

Estas restrições resultaram da necessidade de verde de protecção nas formações geológicas com declive superior a 45% e, nas formações de natureza aluvionar e depósitos detríticos, a partir do declive de 25%. As restantes áreas possuem capacidade de uso verde, com adequabilidade ao uso de recreio e

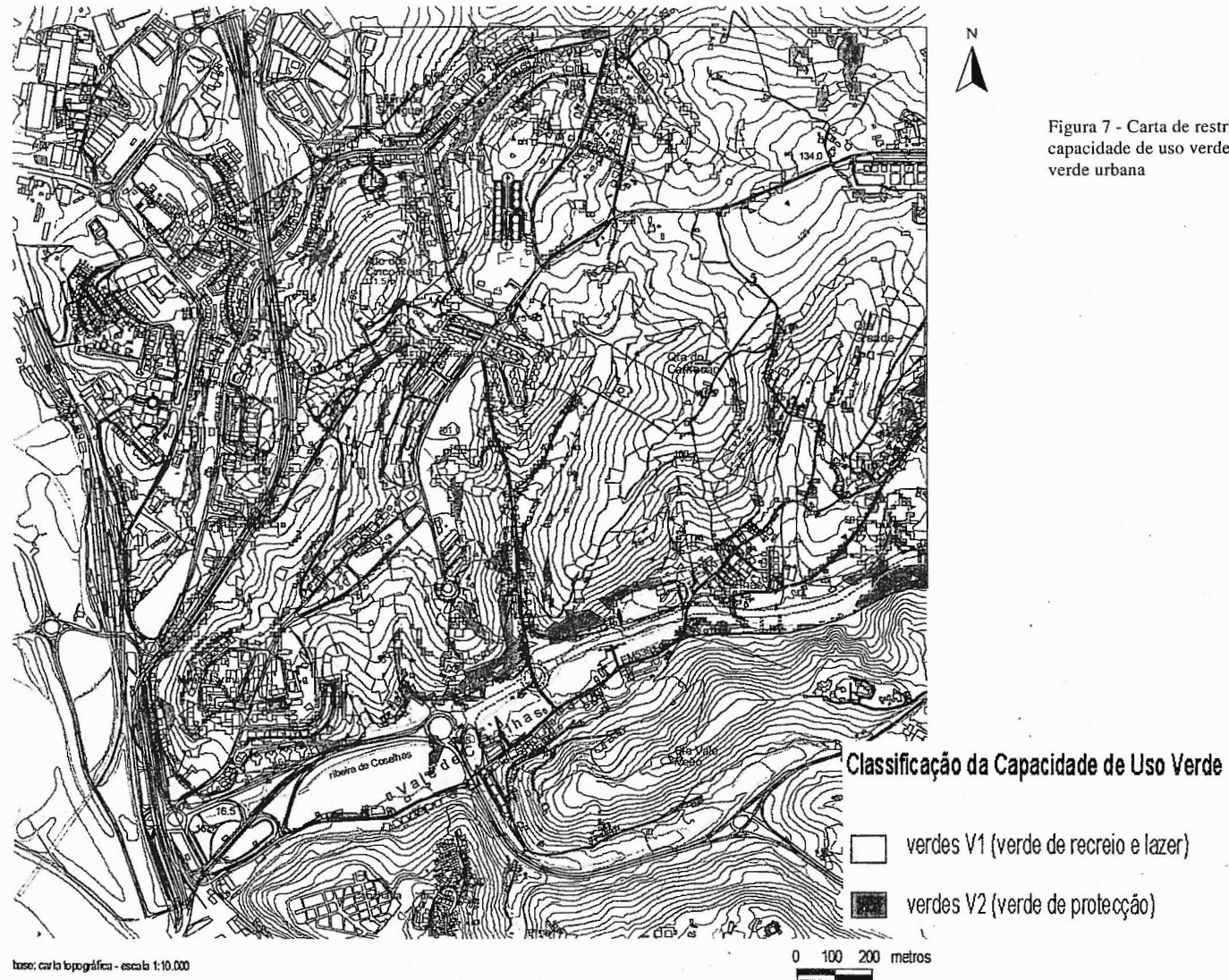


Figura 7 - Carta de restrições e da capacidade de uso verde – estrutura verde urbana

ÁREAS DE RISCO	DECLIVES (%)		
Solos moles, rios e linhas de água	< 25 + restrições	25 ≤ d < 45	≥ 45
Aluviões (a)	V1	V2	V2
Depósitos detríticos (A1)	V1	V2	V2
Restantes áreas	V1	V1	V2

Tabela 13 - Restrições resultantes da fisiografia e da geomorfologia – uso verde.

lazer e constituem-se em qualquer formação geológica com declive compreendido entre os 25 e 45% e, sempre que existam restrições, se o declive for inferior a 25% – consideradas as formações calcárias sujeitas a deslizamentos com declive superior ao declive crítico de 17,5% e as zonas aluvionares e de depósitos detríticos.

Uso Urbano

Quanto ao Uso Urbano, a ponderação da capacidade de ocupação urbana, resultou do cruzamento das cartas de factores discriminantes relativos ao declive e ao zonamento dos riscos geomorfológicos, exposta na Tabela 14, sendo o resultado ponderado face à exposição das encostas, descrito na Tabela 15 e com tradução gráfica na Figura 8, onde se representa a carta da capacidade de uso de ocupação urbana e respectiva classificação.

Por ordem de realização metodológica, foi analisada a capacidade de uso urbano do solo dos seguintes usos:

- i. Uso verde (estrutura verde urbana)
- ii. Uso de ocupação urbana (e uso residencial)
- iii. Uso industrial
- iv. Uso de equipamento urbano
- v. Infraestruturação urbana: saneamento e drenagem
- vi. Infraestruturação urbana – rede viária.

Os exemplos cartográficos apresentados referem-se ao uso verde, uso de ocupação urbana (residencial) e infraestruturação urbana – rede viária.

Fase 3.2 – Adequabilidade Preferencial, descritezação dos usos urbanos face aos riscos: a análise da adequabilidade do uso urbano efectuou-se a partir do resultado do cruzamento das cartas de capacidade de uso urbano anteriormente realizadas para a totalidade do território, com a delimitação da especificidade de cada uso urbano "de per si". Por ordem de realização metodológica, foi analisada a adequabilidade dos seguintes usos:

- i. Uso residencial
- ii. Uso de áreas de expansão da ocupação urbana
- iii. Uso industrial
- iv. Uso de equipamento colectivo
- v. Infraestruturação: rede viária, saneamento, drenagem pluvial, redes de abastecimento

Os exemplos cartográficos apresentados referem-se à adequabilidade do uso residencial e à adequabilidade de infraestruturação urbana – rede viária.

Uso Residencial

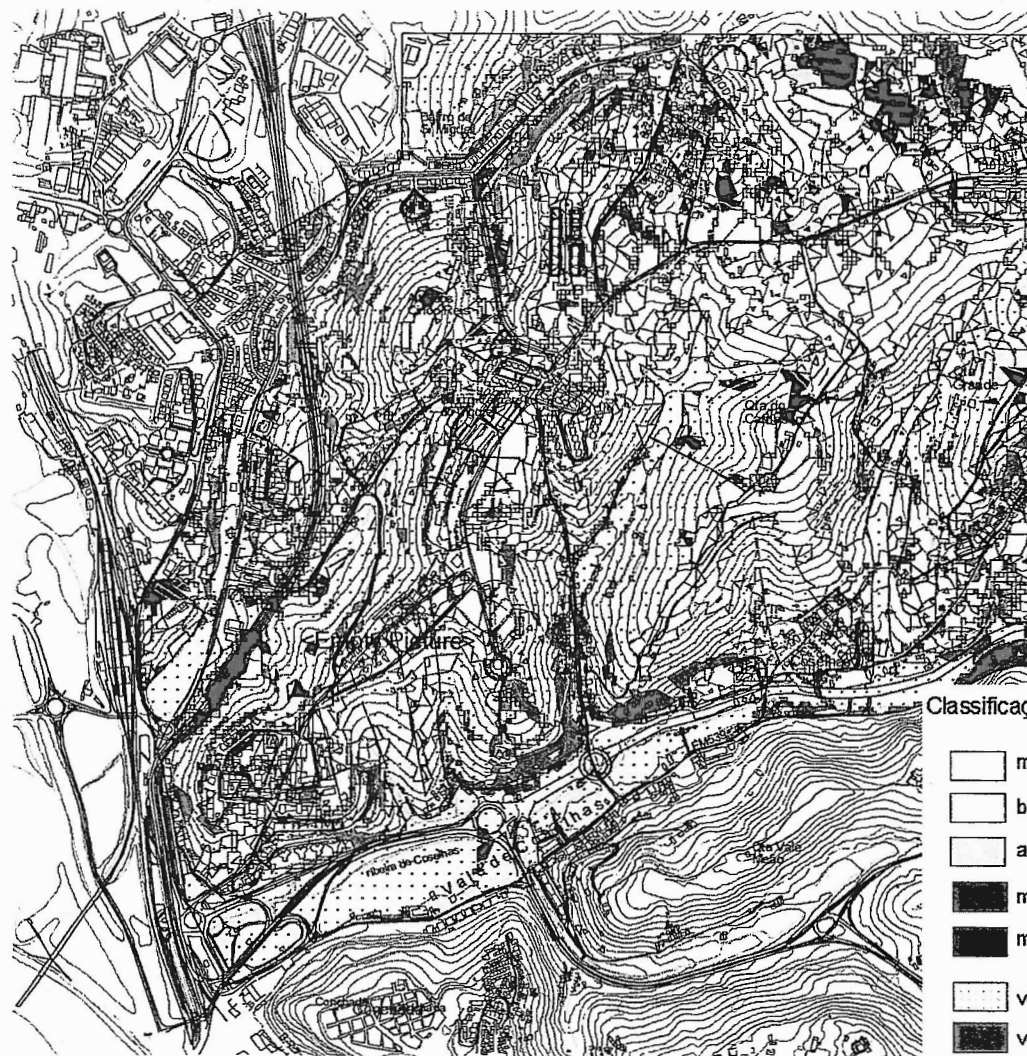
O Uso Residencial foi analisado a partir da carta de capacidade de uso para a ocupação urbana (Figura 8), tendo ponderação igual à definida para a elaboração daquela carta; teve também sustentação nas disposições do plano director municipal (PDM) de Coimbra, sendo possível, pela análise da Figura 9 – carta da capacidade de uso de ocupação urbana, adequabilidade do uso residencial, saber a classificação das zonas residenciais definidas em plano. O uso residencial foi assim

	DECLIVES (%)	0-5 %	5-15 %	15-25 %	> 25 %
RISCOS					
Tipo I e III		Aceitável	Mediocre	–	–
Tipo II, IV e Tj		Muito Bom	Bom	Aceitável	–

Tabela 14 - Ponderação da capacidade de ocupação urbana face ao tipo de risco e declives.

EXPOSIÇÃO DE ENCOSTAS	CAPACIDADE DE OCUPAÇÃO URBANA	Muito Bom	Bom	Aceitável	Mediocre
Sul, Sudeste e Sudoeste	(Muito Bom)	Muito Bom	Muito Bom	Bom	Bom
Este e Oeste	(Bom)	Muito Bom	Bom	Bom	Aceitável
Noroeste e Nordeste	(Aceitável)	Bom	Bom	Aceitável	Mediocre
Norte	(Mau)	Bom	Aceitável	Mediocre	Mau

Tabela 15 - Ponderação da capacidade de uso para a ocupação urbana face ao tipo de risco, declives e exposição das encostas.



Base: carta topográfica - escala 1:10.000

100 0 100 200 metros



Figura 8 - Carta da capacidade de uso de ocupação urbana.



Classificação da capacidade de uso urbano

	muito bom
	bom
	aceitável
	mediocre
	mau
	verdes V1 (verde de recreio e lazer)
	verdes V2 (verde de protecção)

Zonas Residenciais

	Zona Residencial R 3.7
	Zona Residencial R 2.5
	Zona Residencial RN - Núcleos
	Reserva para Urbanização RU

Figura 9 - Carta da capacidade de uso de ocupação urbana – adequabilidade do uso residencial.

analisado ao nível da densidade, em consonância com as disposições em plano e aferição de áreas de expansão, podendo ter uma ponderação de custos em função das fundações a adoptar face às condições do solo e riscos expectáveis.

A Tabela 16 sintetiza, qualitativamente, custos da construção reportados à modelação do terreno, ripabilidade e tipo de fundações, atendendo à relação entre diferentes actividades e o declive, servindo como base indicativa à análise dos usos específicos.

Na Tabela 17 apresenta-se uma ponderação do custo da habitação face aos riscos geomorfológicos, considerando-se o custo como uma função crescente com o declive e a necessidade de mobilização do solo.

Os critérios fundamentam-se nas classes de declive, que, no caso do uso residencial, se considera adequado até aos 15%, tornando-se os custos mais elevados a partir daquele valor e em encostas cujas condições de implantação são consideradas más a partir do declive de 25%; as áreas de risco assentam nas

ACTIVIDADES E INFRA-ESTRUTURAS	DECLIVE (%)	TIPO DE FUNDAÇÕES	CUSTOS
<i>Ocupação Urbana</i>	1-15		Função da morfologia e geologia
Habitação:			
- Blocos habitacionais	0-5 5-15	Tradicionais	Minimização Crescentes
- Blocos habitacionais com implantação em terraço e recurso a suportes	15-25	Não convencionais Obras de suporte Modelação do terreno	Elevados
- Habitações individuais	0-5 5-15	Tradicionais	Minimização Crescentes
- Habitações individuais com Implantação em terraço e recurso a suportes	15-25	Obras de suporte Modelação do terreno	Elevados
Zonas industriais	0-5 (1ª escolha) 5-15 (2ª escolha)	Função da ripabilidade do terreno	Minimização Crescentes
Zonas de equipamento	0-5 (1ª escolha) 5-15 (2ª escolha)	Função da ripabilidade do terreno	Minimização Crescentes
Vias e Arruamentos Urbanos			
Vias principais	0-5		Minimização
Vias secundárias	5-15 > 15		Crescentes Elevado
Redes e outras obras			
Redes saneamento drenagem e abastecimento	0-10		Função da morfologia e geologia
Obras de engenharia	0-25		Por regra aceite como limite máximo.

Tabela 16 - Custos por actividades e infra-estruturas.
Fonte: Elaborado e adaptado a partir de COELHO (1980, 27).

ZONAS RESIDENCIAIS – CUSTO DA HABITAÇÃO					
RISCO	DECLIVE (%)	0-5 (BAIXO)	5-15 (MÉDIO)	15-25 (ALTO)	> 25 (M. ALTO)
Zona I e III	(MÉDIO)	Muito Bom	Aceitável	Mau	Mau
Zona II, IV e Tj	(BAIXO)	Muito Bom	Bom	Aceitável	Mau
Zona a, A1	(ALTO)	Mau	Mau	Mau	Mau

Tabela 17 - Ponderação do custo da habitação face aos riscos e ao declive.

condições de fundação das formações geológicas ocorrentes; assim, a zonas de risco diferentes correspondem custos diferentes, em termos de fundações e mobilização de solos, sendo penalizadas para solos de natureza aluvionar (zonas a e A1) já que, por regra, implicam a existência de fundações não convencionais, nomeadamente pelo recurso a estacas ou ensoleiramento geral.

Uso Industrial

A ponderação da capacidade de ocupação industrial, apresentada na Tabela 18, é resultante da conjugação de critérios condicionantes de ordem física e a sua situação face aos riscos de natureza geomorfológica, não sendo analisadas agora limitações funcionais e, ou estruturais, de importância significativa como são a acessibilidade, infra-estruturas e necessidades de mão de obra. Estas áreas são classificadas de forma qualitativa e permitem a sua quantificação.

Os critérios de ordem física utilizados, respeitam ao declive, tendo-se considerado como melhores opções de implantação as áreas com declive compreendido entre 0 e 5%, à excepção de áreas de aluvião, consideradas como áreas sujeitas a restrições; as áreas com declive superior a 15% foram consideradas como má opção para ocupação industrial, independentemente da área de risco em causa; como valores intermédios foram consideradas as áreas com declive compreendido entre 5 e 15%.

Uso de equipamento colectivo

Da mesma forma, para a implantação de equipamentos colectivos efectua-se uma ponderação nos termos a seguir apresentados na Tabela 19, não se tendo considerado a exposição das encostas e as acessibilidades, bem como factores relacionados com a população (capitações) e necessidades existentes, factores estes que se enquadram nas limitações funcionais e, ou estruturais. Estas áreas podem também

ser classificadas de forma qualitativa, permitindo a sua quantificação.

Neste caso, os critérios de ordem física utilizados são idênticos ao da ocupação industrial, à excepção das áreas aluvionares onde se considera aceitável a implantação de certo tipo de equipamentos.

Infraestruturação

As limitações infraestruturais correspondem à necessidade de o solo urbano só poder funcionar se existir um conjunto apropriado de sistemas de infra-estruturas (SANTOS, 1984, 11); estas limitações estão relacionadas com as condicionantes de ordem física, nomeadamente as redes de abastecimento e drenagem, que dependem de factores gravíticos e, subsequentemente de ordem geomorfológica, como o declive, a existência de linhas de cumeeada, ou vales que favoreçam as condições de drenagem pluvial e possibilitem a implementação de uma rede viária adequada ao desenvolvimento da ocupação urbana; estas limitações são aqui entendidas não como restrições mas como aspectos indicativos do potencial de ocupação do solo e subsequente crescimento de espaços urbanos.

As Tabelas 20, 21 e 22 descretem a classificação da capacidade de infraestruturação urbana face à morfologia do terreno; nas redes de abastecimento de água e saneamento foram apenas considerados condicionalismos de ordem geomorfológica (declive),

DECLIVE (%)	CLASSIFICAÇÃO
0 – 2	Aceitável
2 – 5	Muito Bom
5 – 10	Bom
10 – 15	Aceitável
15 – 25	Mau
> 25	Mau

Tabela 20. Capacidade de infraestruturação urbana – rede viária.

RISCOS	DECLIVES	0 – 5 %	5 – 15 %	> 15 %
Tipo I, III e aterros		Muito Bom	Aceitável	Mau
Tipo II, IV e Tj		Muito Bom	Bom	Mau
Aluviões (a) e (A1)		Mau	Mau	Mau

Tabela 18 – Ponderação da capacidade de ocupação industrial face ao tipo de risco e declives.

RISCOS	DECLIVES	0 – 5 %	5 – 15 %	> 15 %
Tipo I, III e aterros		Muito Bom	Aceitável	Mau
Tipo II, IV, Tj		Muito Bom	Bom	Mau
Aluviões (a) e (A1)		Aceitável	Mau	Mau

Tabela 19 - Ponderação da capacidade de ocupação por equipamentos face ao tipo de risco e declives

Tabela 21 -
Capacidade de
infraestruturação
urbana face ao tipo
de risco e declives
- rede viária.

	DECLIVES (%)	0-2	2-5	5-10	10-15	15-25	> 25
RISCOS		Aceitável	Muito Bom	Bom	Aceitável	Mau	Mau
Tipo I, III e aterros	Aceitável		Bom	Aceitável	Medíocre	Mau	Mau
Tipo II	Bom	Bom	Muito Bom	Bom	Aceitável	Medíocre	Mau
Tipo IV, Tj	Muito Bom	Bom	Muito Bom	Bom	Aceitável	Medíocre	Mau
Zonas Aluvionares (a) e (A1)	Mau	Mau	Aceitável	Medíocre	Mau	Mau	Mau

enquanto que na rede viária a ponderação interessou o declive e as zonas de risco geomorfológico.

Rede Viária

A Tabela 21 representa uma classificação das áreas preferenciais para lançamento de infra-estruturas viárias; os declives foram graduados de muito bom a mau, conforme se explicita na Tabela 20, correspondendo às melhores áreas as que estando inseridas em áreas de risco mais favorável (tipo II, IV e Tj) estão compreendidas entre os declives de 2 e 5%. As piores situam-se nas zonas aluvionares e nas áreas de declive mais acentuado.

Na Figura 10, representa-se a carta da capacidade e adequabilidade de infraestruturação urbana relativa à rede viária.

Saneamento e Drenagem Pluvial

Na classificação das áreas preferenciais para lançamento de infra-estruturas de saneamento, drenagem pluvial e redes de abastecimento (Tabela 22), o critério utilizado foi apenas o declive, considerando-se as áreas com declive superior a 15% com pouca adequabilidade; mas aceitáveis, ainda, as áreas com declives compreendidos entre 0 e 2%.

DECLIVE (%)	CLASSIFICAÇÃO
0 - 2	Aceitável
2 - 5	Muito Bom
5 - 10	Bom
10 - 15	Aceitável
15 - 25	Medíocre
> 25	Mau

Tabela 22 - Capacidade de infraestruturação urbana
- saneamento e drenagem pluvial

Fase 4 - Espaços urbanos e elementos em risco

Nesta fase fez-se a identificação dos espaços e elementos em risco, sendo possível efectuar a sua análise e quantificação, associados à secção estatística,

a partir da carta dos espaços e elementos em risco que se apresenta na Figura 11. Esta carta teve sustentação na planta de ordenamento do PDM e na carta de zonamento do risco geomorfológico (Figura 6) e ilustra a distribuição dos espaços, infra-estruturas e património pelas zonas de risco; a carta da Figura 11 e a carta da capacidade uso urbano, Figura 8, permitem ponderar a classificação efectuada para o uso urbano do solo com o risco a que essa mesma classificação está associada.

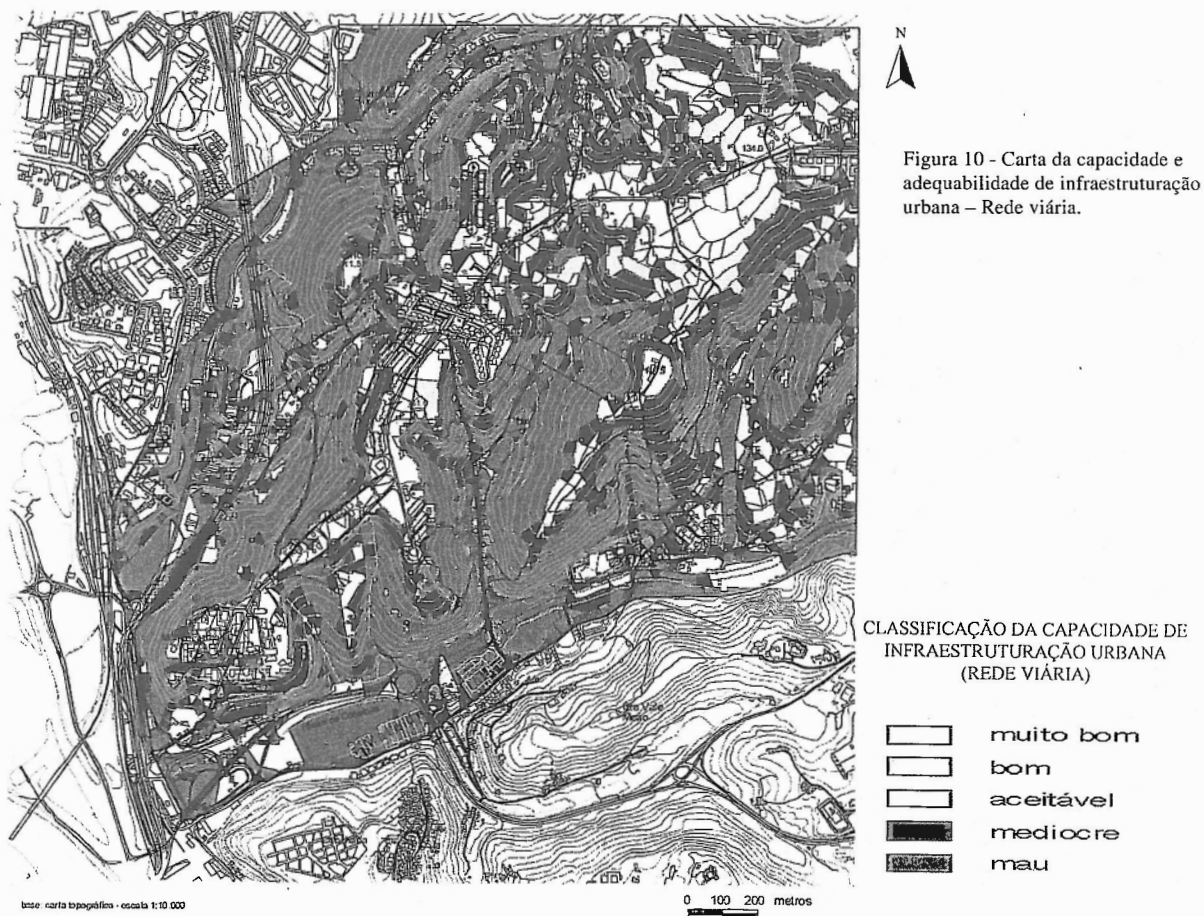
Tornou-se assim possível quantificar indicadores diversos, designadamente, a classe de espaços na área de estudo, na Figura 12, as zonas de risco geomorfológico, na Figura 13, a área das zonas residenciais na Figura 14, os espaços residenciais em zonas de risco na Figura 15, a rede viária na área de estudo, na Figura 16, a rede viária em zonas de risco (global), na Figura 17 e a rede viária em zonas de risco (por classificação) na Figura 18.

Fase 5 - Interpretação e implicação no processo de planeamento

Fase 5.1 - Capacidade de uso face ao existente - A interpretação da capacidade de uso urbano do solo é efectuada a partir da descretização das debilidades e potencialidades da sua capacidade de uso e permite efectuar a ligação ao processo de planeamento do crescimento urbano.

Para este efeito, cruzou-se a carta do existente em plano e propostas de intervenção, resultantes quer de outras análises quer de estudos paralelos, na parte que interessa, com a carta de capacidade de ocupação urbana do solo, no que concerne às áreas residenciais, descretizando-se, também, os usos industriais e de equipamento urbano, ao mesmo tempo que se analisam equipamentos singulares como escolas, igrejas, equipamentos desportivos, ou outros, e a respectiva capacidade de infraestruturação.

A interpretação dos resultados é efectuada de forma sucinta, de modo a ser enriquecida, ou alterada, em função da evolução do processo de planeamento.



Pretende-se, assim, possibilitar a passagem da delimitação da aptidão natural do território, na sua forma actual, para a determinação da aptidão potencial desse território, com base em elementos que permitam analisar e ponderar as intervenções necessárias à protecção e à transformação do uso do solo.

O faseamento da interpretação é efectuado atendendo às seguintes limitações e potencialidades: limitações e potencialidades fisiográficas, limitações e potencialidades infraestruturais, limitações e potencialidades estruturais, limitações e potencialidades de equipamento e limitações e potencialidades funcionais: Foram equacionados os usos actualmente existentes e as zonas de expansão e usos previstos.

O resultado da análise efectuada é descrito de forma genérica nos pontos seguintes:

Limitações e potencialidades fisiográficas

Como potencialidades fisiográficas da área de estudo salienta-se o potencial de integração das áreas sujeitas a restrições na estrutura verde urbana e as panorâmicas de excelência sobre a planície do Mondego e a cidade de Coimbra; por outro lado, a morfologia e

topografia da área permitem uma racionalização das infra-estruturas de saneamento e drenagem.

Como limitações apontam-se as resultantes da existência de áreas sujeitas a restrições, integradas em uso verde, por comprometerem o completamento de algumas áreas residenciais (R.2.5) e a rugosidade do próprio relevo, condicionador do crescimento urbano; a estas limitações há ainda a acrescentar a existência de riscos de natureza geomorfológica, a que se associa a existência de uma rede hidrográfica de densidade pobre. A existência da zona aluvionar do Vale de Coselhas associada às linhas de água limita a ocupação urbana e torna impeditiva a ligação ao tecido urbano consolidado da cidade de Coimbra.

Limitações e potencialidades infraestruturais

Uma das maiores potencialidades da área é a sua acessibilidade óptima aos grandes eixos rodó e ferroviários de importância nacional, regional e integrantes da rede viária da cidade de Coimbra, a que se associa a previsibilidade de realização de novas acessibilidades. Existem, no entanto, dificuldades na acessibilidade interna, a partir dos grandes eixos viários, nomeadamente em resultado da morfologia do terreno.

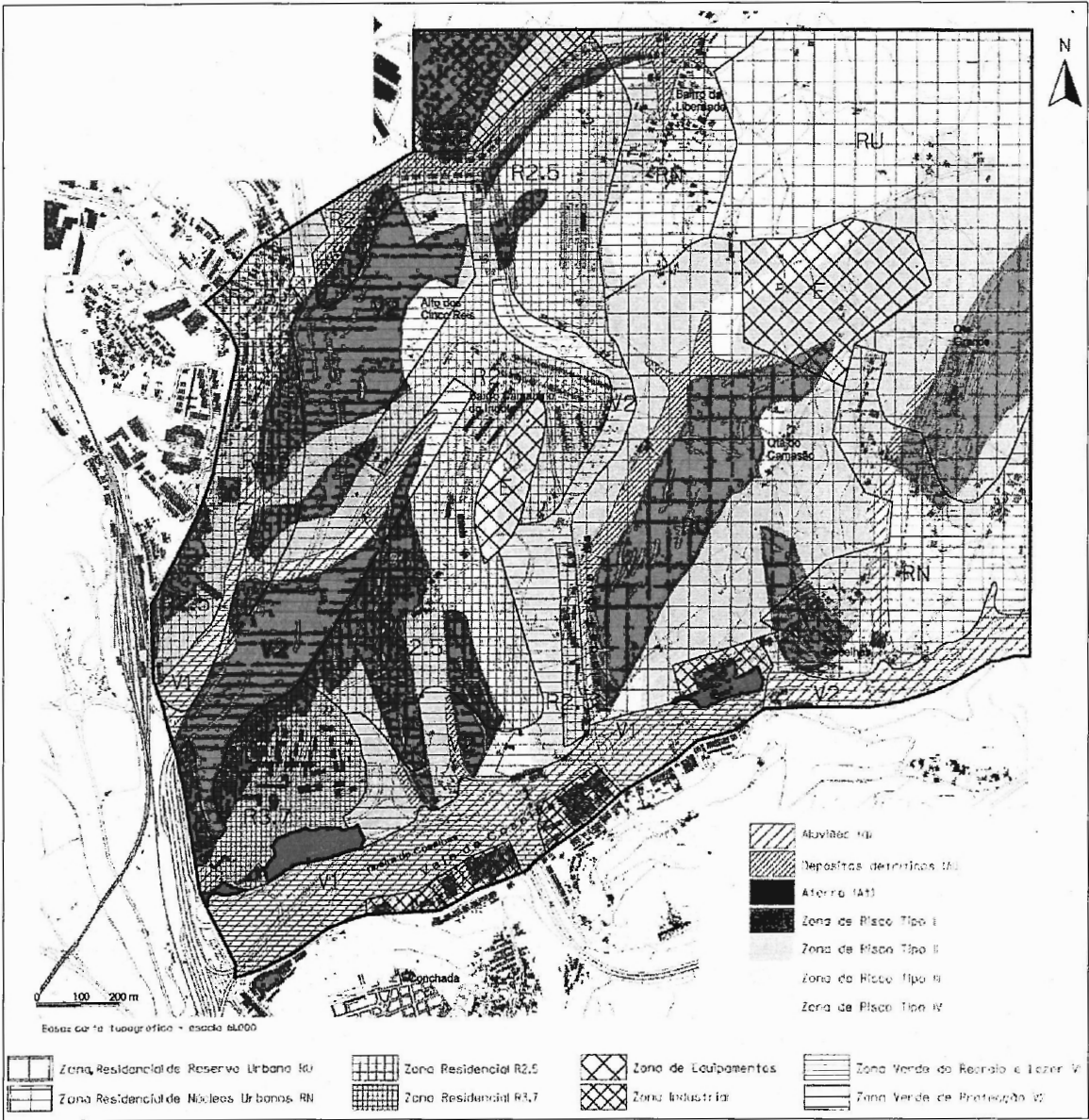


Figura 11 - Carta dos espaços urbanos e elementos em risco.

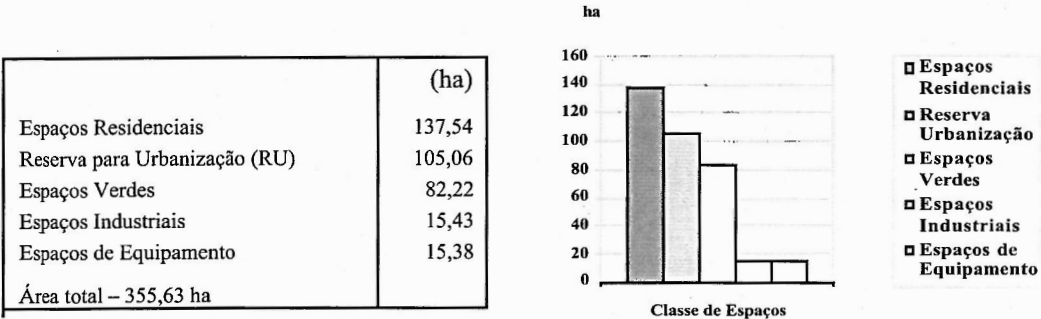


Figura 12 - Classe de Espaços na Área de Estudo.

	(ha)	(%)
Zona de Risco I	87,68	24,65
Zona de Risco II	112,22	31,56
Zona de Risco III	4,63	1,30
Zona de Risco IV	76,49	21,51
Zona Aluvionar	56,22	15,81
Outras zonas (Tj)	18,39	5,17
Área total – 355,63 ha		

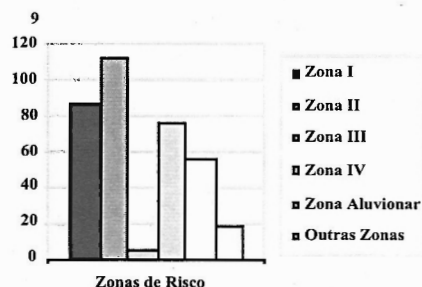


Figura 13 - Zonas de Risco Geomorfológico.

	(ha)
Zona R 3.7	15,04
Zona R 2.5	81,80
Zona de Núcleos (RN)	40,70
Reserva de Urbanização (RU)	105,06
Área total – 242,60 ha	

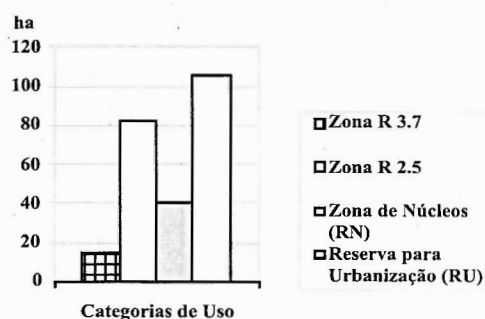


Figura 14 - Área das Zonas Residenciais.

	(ha)	(%)
Espaços Residenciais	137,54	56,69
Reserva para Urbanização	105,06	43,31
Área total 242,40 ha		

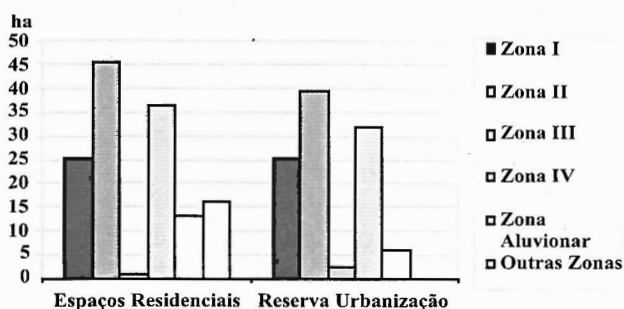


Figura 15- Espaços Residenciais em zonas de risco

	(Km)
IC 2	1,140
C.E	2,150
E.M. 537	1,400
E.M. 539	0,875
Ligações Internas	9,210
Total: 14,775 km	

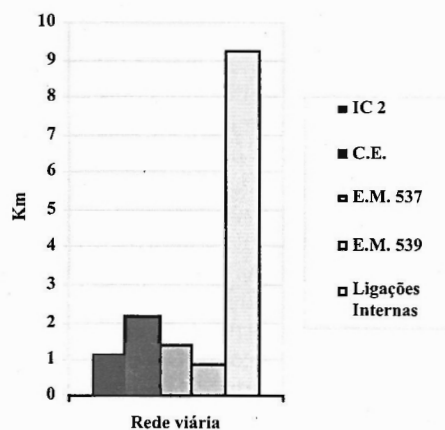


Figura 16 – Rede viária na área de estudo.

	(km)	(%)
Zona I	4,175	28,26
Zona II	3,625	24,53
Zona III	0,00	0,00
Zona IV	1,950	13,20
Zona Aluvionar	4,375	29,61
Outras zonas	0,650	4,40
Total – 14,775 km		

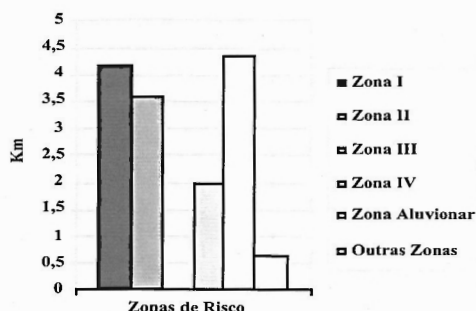


Figura 17 - Rede viária em zonas de risco (Global).

	(Km)
IC 2	1,140
C.E.	2,150
E.M. 537	1,400
E.M. 539	0,875
Outras Ligações	9,210
Total: 14,775 km	

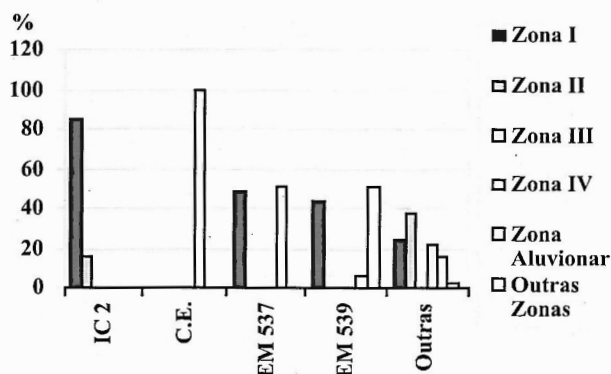


Figura 18 - Rede viária em zonas de risco (por classificação).

Em termos de saneamento básico e de redes de abastecimento, existe alguma facilidade na extensão das redes de abastecimento, sendo as condições de drenagem doméstica e pluvial facilitadas pelas condições gravíticas.

Limitações e potencialidades estruturais

Como potencialidades estruturais são de referir o potencial de inserção da área na malha urbana da cidade de Coimbra, resultante do contexto de proximidade, bem como o potencial de aumento da densidade populacional, o que favorece o completamento do tecido urbano, pese embora a existência de limitações resultantes de restrições de uso verde.

A área possui também um potencial de localização face ao uso industrial, nomeadamente em termos de acessibilidades, existindo, contudo, fortes limitações a este uso resultantes da morfologia do terreno e existência de áreas de risco geomorfológico. Neste contexto, verifica-se a necessidade de realocação de alguma actividade industrial – Vale de Coselhas – a que se associa a necessidade de reabilitação paisagística e reabilitação urbana.

Limitações e potencialidades de equipamento

Existem localizações de áreas de equipamento, assinaladas em plano, com muito boa e boa adequabilidade de uso, a que acresce uma boa centralidade e acessibilidade internas.

Como factores negativos, assinala-se a fraca taxa de execução em termos de equipamento, a existência de concentração da área de equipamento, indicativo de falta de alternativas, em parte resultante das limitações existentes na escolha de áreas com adequabilidade de uso. Apontam-se ainda a existência de equipamentos singulares em zonas de risco elevado (tipo I).

Limitações e potencialidades funcionais

Não foram assinaladas reservas ambientais ou valores culturais de relevo.

Fase 5.2 – Capacidade de uso face à expansão e usos previstos: as áreas de expansão e os usos previstos, considerados em função das previsões em plano, correspondem a zonas não ocupadas ou de reserva para urbanização, podendo coexistir outros usos, mas sem ocupação significativa. O faseamento da interpretação

referente à análise das limitações e potencialidades da capacidade de uso face a expectativas de expansão e usos previstos é sintetizado, de forma idêntica à já descrita anteriormente, para análise do existente.

Esta fase permite a tomada de decisão em termos de crescimento urbano, restringindo à partida as áreas não adequadas a ocupações específicas, afectando áreas a usos preferenciais, contribuindo para a adequabilidade do planeamento municipal e permitindo descer ao nível do plano urbanístico.

A análise interpretativa incidiu de início na forma de preservar as áreas verdes, entendidas como restrições, nas zonas de expansão, em simultâneo com o possível aproveitamento de áreas com classificação de adequabilidade de uso de muito bom, bom e aceitável; posteriormente foi reequacionada a capacidade de uso industrial do território e de uso de equipamento urbano, após análise das áreas de expansão; finalmente, questionou-se a capacidade das necessidades de infraestruturação, perante a eventual evolução do sentido da expansão urbana, particularmente no que respeita às acessibilidades, tendo em conta a rede viária de acessibilidade privilegiada que a enquadra. O resultado da análise efectuada é descrito de forma genérica nos pontos que se seguem.

Limitações e potencialidades fisiográficas

As potencialidades fisiográficas das áreas de expansão existentes na área em análise, estão relacionadas com o potencial de preservação das áreas afectas a uso verde urbano, às panorâmicas de excelência sobre a planície do Mondego e a cidade de Coimbra, a que se associa uma fisiografia favorável à racionalização das infra-estruturas de drenagem.

Como limitações assinala-se o relevo limitador da expansão da ocupação urbana, a existência de linhas de água e solos aluvionares limitadores da expansão e ligação ao tecido urbano existente, uma rede hidrográfica de densidade pobre e áreas sujeitas a riscos de natureza geomorfológica.

Limitações e potencialidades infraestruturais

As áreas de expansão possuem como uma das suas maiores potencialidades a acessibilidade óptima aos grandes eixos rodó e ferroviários de importância nacional, regional e integrantes na rede viária da cidade de Coimbra, a que acresce a construção de novas acessibilidades; constata-se, no entanto, a existência de dificuldades na acessibilidade interna das áreas de expansão, a partir dos grandes eixos viários, em resultado da morfologia do terreno.

Em termos de infra-estruturas de saneamento básico e redes de abastecimento, a localização das áreas de expansão e as condições gravíticas existentes, possibilitam e facilitam a expansão dos sistemas de infraestruturação urbana.

Limitações e potencialidades estruturais

As potencialidades estruturais das áreas de expansão prendem-se com o potencial de inserção na malha urbana da cidade de Coimbra, resultante de um contexto de proximidade, bem como de um potencial de integração de áreas de expansão com capacidade de uso residencial, com áreas afectas ao uso verde urbano. Verifica-se, também, a existência de áreas significativas classificadas com adequabilidade de uso de ocupação urbana de muito bom, bom e aceitável, bem como uma aptidão potencial para ocupação urbana, por transformação da aptidão natural de algumas áreas.

O potencial de localização do uso industrial é muito elevado, em termos de acessibilidades, mas existem limitações devido à morfologia do terreno e a zonas de risco geomorfológico.

Limitações e potencialidades de equipamento

Verifica-se a existência de áreas assinaláveis com adequabilidade muito boa, boa e aceitável para instalação de equipamento urbano nas áreas de expansão, a que se associa uma boa acessibilidade interna para a zona de equipamento prevista em plano; no entanto, a acessibilidade e ligação à rede viária externa da área de estudo não é a mais favorável. Como factores negativos, assinala-se a concentração da área afectada a equipamento prevista em plano e a indefinição em termos do tipo de equipamento previsto para a área.

Limitações e potencialidades funcionais

Não foram assinaladas reservas ambientais ou valores culturais de relevo.

Conclusões

A homogeneidade física e geológica da área de estudo conduz a limitações e potencialidades idênticas na análise efectuada para o caso dos espaços existentes e usos a eles associados, bem como para as áreas de expansão e usos previstos.

A principal limitação fisiográfica respeita à rugosidade do relevo e condicionantes de ordem geotécnica, solos aluvionares e propensão para riscos geomorfológicos, particularmente, deslizamentos e desabamentos. A sua maior potencialidade prende-se com as panorâmicas de excelência sobre a planície do Mondego e a cidade de Coimbra.

Nas limitações e potencialidades infraestruturais sobressai a acessibilidade óptima aos grandes eixos rodó e ferroviários de importância nacional, regional e integrantes da cidade de Coimbra e portanto a sua própria integração no tecido urbano da cidade; esta vantagem traduz-se, no entanto, em desvantagem dada as dificuldades na acessibilidade interna a partir desses mesmos eixos, face à morfologia do terreno.

Nas limitações e potencialidades estruturais o maior potencial da área de estudo é a sua inserção (parcial) na malha urbana da cidade de Coimbra e a sua relação de proximidade. A limitação principal prende-se com o desenvolvimento da actividade industrial no Vale de Coselhas, sendo de encarar a realocação desta actividade.

As zonas de equipamento previstas em plano têm adequabilidade de uso preferencial, face à classificação resultante da capacidade de uso de equipamento efectuada, na sua maioria de muito bom e bom, o reparo vai para a taxa de execução, pois trata-se de áreas sem edificação.

Como referências que podem contribuir para o planeamento do crescimento urbano na área de estudo apontam-se as seguintes:

- As zonas residenciais existentes, nomeadamente, a zona R.2.5, deve compatibilizar a colmatção prevista com as restrições apontadas e sua integração em áreas afectas a uso verde, a que acresce a exposição ao risco de deslizamento;
- As intervenções de natureza antrópica, nomeadamente a mobilização de solos para edificação urbana, deve ser ponderada face à zona de risco existente, particularmente, quando parece existir uma estabilidade assinalável de taludes, pois pode ocorrer risco de desabamento; é exemplo a zona residencial R 3.7, no Monte Formoso;
- Defesa e aproveitamento das extensas áreas propostas para integração no uso verde urbano, para o desenvolvimento de zonas de recreio e lazer;
- Dado o carácter expectante dos terrenos face à abertura ao tráfego da Circular Externa à cidade de Coimbra, justifica-se a criação de novas acessibilidades à área de estudo;
- Os taludes da rede viária, em travessia nas áreas de planalto, devem ser dotados de coberto vegetal, dado o muito elevado risco de ravinamento dos solos em presença, notando-se já forte ravinamento em taludes de rede viária recente;
- Relocalização da actividade industrial e reconversão dos espaços a ela afectos;
- Oportunidade de realização de equipamento urbano face ao previsível incremento da ocupação urbana.

Bibliografia

- CÂMARA MUNICIPAL DE COIMBRA (1982) – *Relatório Geotécnico do Plano Integrado do Ingote*. Sopecate.
- CÂMARA MUNICIPAL DE COIMBRA (1991) – *Projecto de Execução da Circular Externa da Cidade de Coimbra*. Anexo E – Estudo Geológico-Geotécnico. Geocontrolo, Gabinete de Geotecnia e Topografia, Lda.
- CEE/NU (1991) – *Classificação estatística-tipo da CEE/NU relativa a utilização dos solos*. Obra de Div. n.º 23. Direcção-Geral do Ordenamento do Território, Lisboa.
- COELHO, A.G (1980) – *A Cartografia geotécnica no planeamento regional e urbano*. LNEC, Lisboa.
- FERREIRA, António Brum (1987) – *Geomorfologia e ambiente. Contributo metodológico – estudos de geografia física e ambiente*. C. E. G., Linha de Acção de Geografia Física, Relatório n.º 32, pag. 3-10. Citando F. Ramade.
- FERREIRA, António Brum (1997) – “Movimentos de terreno em Portugal. Deslizamentos e desabamentos”. *Protecção Civil – Órgão do Serviço Nacional de Protecção Civil*, Ano IX, II Série, n.º 13, Junho/Setembro, Lisboa.
- FERREIRA, Vicente e FARINHA, Brazão (1974) – *Tabelas Técnicas*. Técnica, Lisboa.
- FOLQUE, José (1987) – *Taludes naturais, alguns aspectos particulares*. LNEC, ITG 7. Lisboa.
- FORTUNA, José (2003) – *Planeamento urbano e protecção civil, preparar a cidade para o risco de catástrofe*. Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, área de especialização em Engenharia Urbana, pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.
- FUNDO DE FOMENTO DA HABITAÇÃO (1978) – *Plano Integrado do Ingote – Estudo Geotécnico*. Vol. 1 – Texto e cartografia geológica. Geocontrolo, Gabinete de Geotecnia e Topografia, Lda.
- LOBO, Manuel Costa; CORREIA, Paulo V. D.; PARDAL, Sidónio Costa; LOBO, Margarida Sousa (1990) – *Normas Urbanísticas (Vol. I) - Princípios e conceitos fundamentais*. 2ª edição. Protocolo DGOT - UTL Universidade Técnica de Lisboa.
- MARSH, William M. (1991) – *Landscape planning, environmental applications*, 2ª Edição. John Wiley & Sons, Inc. Nova Iorque.
- PARDAL, Sidónio (2002) – *Planeamento do espaço rústico*. Associação Nacional de Municípios Portugueses, Universidade Técnica de Lisboa, ADISA – Instituto Superior de Agronomia, CESUR – Instituto Superior Técnico, Coimbra.
- PARDAL, Sidónio Costa (1988) – *Planeamento do território, instrumentos para a análise física*, Col. Espaço e Sociedade. Livros Horizonte, Lda.
- PARDAL, Sidónio Costa; LOBO, Manuel Costa; CORREIA, Paulo V. D. (2000) – *Normas Urbanísticas (Vol. IV) – Planeamento integrado do território*. Protocolo DGOTDU - UTL. Universidade Técnica de Lisboa.
- PEREIRA, Luz Valente (1983) – *A forma urbana no planeamento físico*. ICT. Especialização e Aperfeiçoamento Arquitectura. S309, LNEC, Lisboa.
- PORTUGAL, Jorge Marini (1988) – *Informação geográfica física para o ordenamento do território a nível municipal*. Edição do Autor.

REBELO, Fernando (1991) – "Geografia física e riscos naturais; alguns exemplos de riscos geomorfológicos em vertentes e arribas no domínio mediterrâneo". *Biblos*, LXVII.

SANTOS, Lusitano dos (1984) – *A Extensão da análise dos limiares ao ordenamento sub-regional e regional*. Dissertação apresentada a doutoramento em Engenharia Civil, especialidade de Ordenamento do Território e Transportes, pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

VARNES, David J. (1984) – *Landslide hazard, zonation: a review of principles and practice*. UNESCO.

ZÊZERE, José Luís; RODRIGUES, Maria Luísa – *A aplicação da cartografia geomorfológica de grande escala no ordenamento do território – exemplo do maciço calcário estremenho*. CEGUL – estudos de geografia física e ambiente. Relatório n.º 32, pag. 29-45.

