

## **ANÁLISE DO IMPACTO DO RELEVO NA OCUPAÇÃO DO SOLO URBANO EM ZONAS DE MONTANHA – APLICAÇÃO À CIDADE DA GUARDA, PORTUGAL**

**Maria Elisabete S. Soares, Ana Maria Fonseca, Rui Ramos**

### **RESUMO**

O relevo é um dos fatores que influenciam o crescimento urbano e a sua morfologia. Este elemento natural, dependendo da sua intensidade, pode condicionar o desenvolvimento urbano sustentável. A existência de barreiras topográficas obriga à fragmentação do tecido urbano e conseqüente dispersão. Apresenta-se ao longo deste artigo a metodologia desenvolvida com o objetivo de analisar a integração das classes de uso e ocupação do solo urbano na topografia urbana. A análise espacial desenvolveu-se com recurso a Sistemas de Informação Geográfica. Os resultados obtidos permitiram concluir acerca da integração dos vários tipos de uso e ocupação do solo urbano no declive local; avaliar a existência de barreiras topográficas naturais no interior de espaços urbanos construídos, constituindo elementos fraturantes do crescimento urbano; analisar a inclusão de usos e ocupações de solo artificializado em zonas de risco. Esta análise constitui uma ferramenta de apoio ao planeamento urbano, na identificação de zonas de risco.

### **1 INTRODUÇÃO**

As alterações do uso do solo são uma manifestação direta da ação humana sobre o meio ambiente natural (Gao *et al.*, 2015; Bertrand & Vanpeene-Bruhier, 2007). Os fatores naturais, que incluem o declive do terreno, o relevo, o solo, a vegetação, entre outros, são fundamentais na organização do uso do solo (Gao *et al.*, 2015). A falta de conhecimento e o mau planeamento, a destruição dos recursos naturais e do relevo pode criar problemas (IME, 2013) para a comunidade local. A identificação e delimitação das áreas de perigo e de risco, no quadro do ordenamento e da gestão do território, constituem condições indispensáveis para a prevenção e minimização dos prejuízos decorrentes dos fenómenos e atividades perigosas (Zêzere *et al.*, s.d.). O crescimento de zonas edificadas mal planeadas contribui para o aumento da vulnerabilidade dos solos, acrescendo o risco de ocorrerem desastres naturais (Nations, 2001; Nations, 2007), como erosão, desabamento e deslizamento de solos (Zêzere, 2005), em função das características geomorfológicas do local. O avanço da expansão urbana para terrenos topograficamente mais inclinados e geologicamente instáveis pode gerar problemas e afetar a população, o meio ambiente e também a economia local. O declive assume-se fundamental para a ocorrência de movimentos de vertente, pois quanto maior for o declive maior será a influência da força de gravidade sobre os materiais existentes nas vertentes que, caso estejam fragilizados, facilmente se desagregam e se movimentam ao longo da vertente (Teixeira, 2006). Assim, no âmbito dos riscos de natureza geomorfológica, o declive assume-se como um fator discriminante principal, dado que interage ao nível dos patamares de erosão, num contexto geomorfológico, na litologia, permitindo definir declives críticos para deslizamentos e desabamentos e no coberto vegetal por permitir avaliar a necessidade, ou não, da sua existência (Santos *et al.*, 2005). A definição

de utilizações coerentes com o grau de perigosidade que o caracteriza e a interdição ou limitação à expansão urbanística nas áreas instáveis, são algumas das opções apontadas por Zêzere (2005) para evitar o risco. O cruzamento das limitações ao crescimento urbano com áreas de risco conduz à determinação da adequabilidade do solo para cada categoria de uso e respetiva infraestruturização. 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 (Santos *et al.*, 2005). É pois importante definir classes de aptidão para usos específicos, em função de critérios urbanísticos e de limitações ao crescimento urbano, incluindo a possibilidade de ocorrência de riscos naturais em áreas determinadas (Santos *et al.*, 2005). Desta forma o risco assume-se como uma quantificação da probabilidade de ocorrência de um fenómeno natural e das perdas potenciais que possam advir da sua ocorrência e expressa-se pela relação entre meio ativo / agente passivo (Teixeira, 2006). Conforme citado em Santos *et al.* (2005) a suscetibilidade das vertentes e do relevo a riscos geomorfológicos e de erosão pode ser associada a níveis críticos do declive. No que respeita a riscos geomorfológicos, o nível crítico de declive situa-se entre 17,6% a 26,8% para riscos de deslizamento e entre 65,0% a 75,0% para riscos de desabamento. Relativamente a riscos de erosão, e conforme apresentado por estes autores, este situa-se acima de declives de 15%, sendo que para declives de 45% consideram-se áreas altamente suscetíveis a rutura e erosão, com elevado risco de erosão hídrica. Segundo Santos *et al.* (2005) para o caso de uso residencial considera-se adequado até ao declive de 15%, tornando-se os custos mais elevados a partir deste valor. Em encostas cujas condições de implantação são consideradas más a partir do declive de 25%, as áreas de riscos assentam nas condições de fundação das formações geológicas ocorrentes. Quanto à capacidade de infraestruturização da rede viária é classificado de bom até valores de declive de 10%, de aceitável para declives entre os 10% e os 15% e de mau acima dos 15%. Por outro lado, o relevo pode também influenciar o crescimento urbano (Meneses, 2010) e obrigar a que a cidade cresça de forma dispersa ou aparentemente desorganizada, criando vazios urbanos. Neste caso funciona como barreira topográfica e constitui um elemento natural de obstrução à expansão urbana e também de fragmentação dos habitats naturais. Este fenómeno tem especial importância em cidades localizadas em zonas de relevo acidentado, onde a variação de altitudes é grande e existem inclinações acentuadas. Neste contexto, desenvolveu-se uma metodologia para investigar de que forma o relevo influencia a organização e ocupação do solo urbano e também como os diferentes tipos de ocupação e uso do solo se integram numa morfologia montanhosa. Este estudo foi aplicado à cidade da Guarda, uma vez que esta se inclui na condição de cidade em zona de montanha. A Guarda localiza-se na zona centro de Portugal Continental, e a zona urbana possui uma variação de altitude de cerca de 300 metros. A análise, realizada com recurso a ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permite combinar os dados de forma a visualizar a área urbana em estudo e a sua integração na modelação do relevo local. Esta análise possibilita ainda verificar qual a relação existente entre os vários tipos de ocupação do solo urbano, o respetivo relevo e níveis de declive. Deste modo, avaliou-se a ocupação e uso do solo da cidade de modo a verificar se existem zonas urbanas implantadas em zonas de risco de erosão, de desabamento ou de deslizamento de solos e também se a existência de vazios urbanos é consequência de barreiras topográficas naturais causadas pelo relevo.

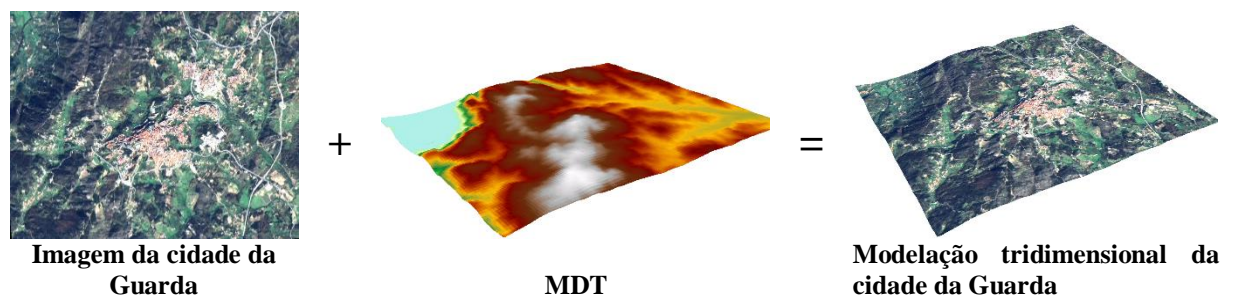
## **2 CASO DE ESTUDO**

O estudo foi aplicado à cidade da Guarda. A Guarda localiza-se na região centro de Portugal Continental e pertence à sub-região estatística NUTS III designada por Beira Interior Norte. É uma cidade de média dimensão, capital do Distrito da Guarda, situada numa zona de

montanha com o ponto de altitude máxima de 1056 metros na Torre de Menagem, no Centro Histórico da cidade, e as altitudes mais baixas, localizam-se na proximidade da estação ferroviária, e são inferiores aos 800 metros. A região urbana ocupa uma área de 21,64km<sup>2</sup> e tem 26871 habitantes, segundo os dados dos Censos de 2011. Faz parte da Comunidade Urbana das Beiras, da qual é capital.

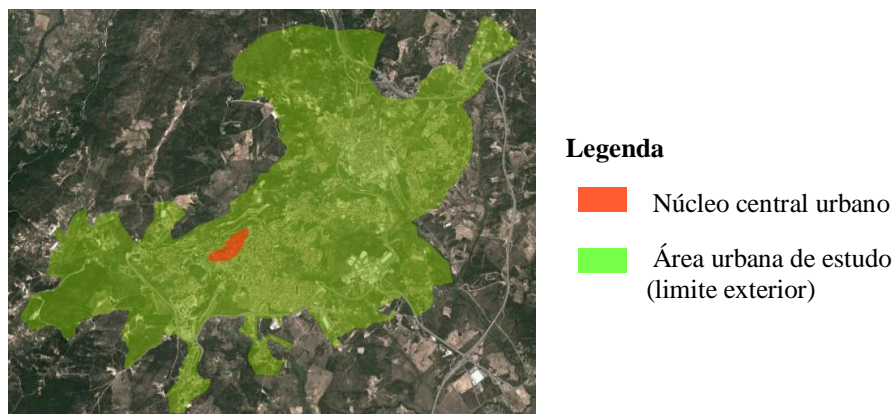
## 2.1. Dados utilizados

A análise espacial foi desenvolvida em SIG Raster e baseou-se no Modelo Digital de Terreno (MDT) disponibilizado pela ESRI Portugal, célula de 30 metros; na Carta de Declives obtida a partir do MDT e na Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal Continental para o ano de 2007 (COS 2007) cedida pela Direção Geral do Território. Também foi usada a imagem multiespectral do satélite Landsat 8 de 26/11/2015 da zona urbana como complemento aos dados do estudo. Foram usadas as bandas espectrais 2, 3 e 4 com resolução espacial de 30 metros para o cálculo da composição colorida a cores naturais. De forma a aumentar a resolução espacial da célula para 15 metros, foi calculada a fusão destas bandas espectrais com a banda pancromática, com célula de 15 metros. Seguidamente foi projetada a composição colorida a cores naturais sobre o MDT permitindo a visualização em formato tridimensional (Figura 1).



**Fig. 1 Visualização tridimensional da cidade da Guarda**

O estudo desenvolvido foi confinado à zona urbana da cidade da Guarda. Por se pretender analisar o impacto do relevo em zonas de expansão urbana foi excluído da análise o núcleo central urbano (ESPON 1.4.1, 2006), pertencente ao centro histórico da cidade, dado tratar-se de uma zona consolidada e não suscetível de sofrer alterações na sua morfologia. Assim, a zona de estudo está compreendida entre o limite do núcleo central urbano e a delimitação exterior da zona urbana, conforme se apresenta na Figura 2.

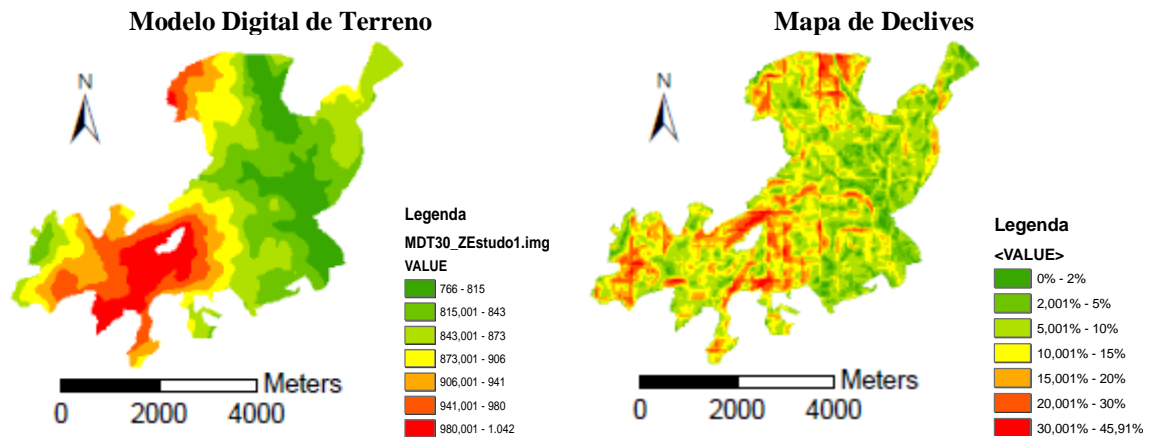


**Fig. 2 Identificação da zona de estudo da cidade da Guarda**

## 2.2 Metodologia

A metodologia desenvolvida teve como objetivo analisar a influência do relevo e do declive na ocupação do espaço urbano. Nesta perspetiva foram desenvolvidos três modelos de análise espacial, os quais se apresentam sequencialmente ao longo desta secção.

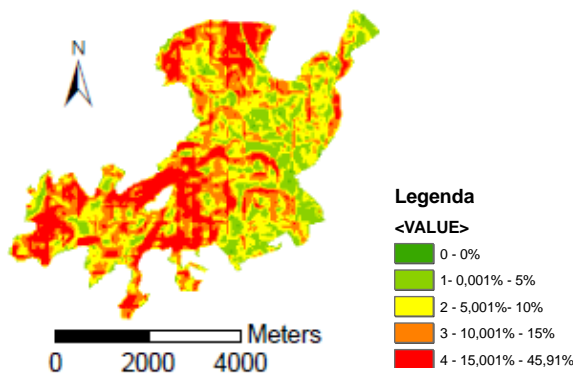
A partir do Modelo Digital do Terreno da zona urbana da cidade da Guarda foi calculado o respetivo mapa de declives, mantendo o tamanho da célula de 30 metros (Figura 3).



**Fig. 3 Cálculo do mapa de declives da zona de estudo**

Verifica-se que em algumas zonas da área urbana existem declives bastante acentuados com valor máximo superior a 45%. De forma a melhor distinguir a variação das inclinações na área de estudo e de acordo com o objetivo pretendido, avaliar o impacto do relevo na ocupação da área urbana, foi calculado um novo mapa de declives por reclassificação. As novas classes de declive pretendem diferenciar zonas de declive nulo (0%), zonas de declive suave (0,001%-5%), zonas de declive moderado baixo (5,001%-10%), zonas de declive moderado alto (10,001%-15%) e zonas de declive acentuado (>15%) (Santos *et al.*, 2005). O mapa resultante pode ser observado na Figura 4. As respetivas áreas de cada classe de declive são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1 Percentagem de área de estudo por classe de declive**



Classes de declive (VALUE)	Área (m <sup>2</sup> )	Percentagem (%)
0 - 0%	29700	0,14%
1 - 0,001% - 5%	3743100	17,42%
2 - 5,001% - 10%	7380900	34,36%
3 - 10,001% - 15%	5790600	26,95%
4 - 15,001% - 45,91%	4538700	21,13%
<b>Total</b>	<b>21483000</b>	<b>100%</b>

**Fig. 4 Mapa reclassificado de declives**

Verifica-se pela Tabela 1 que a maior parte da área urbana total, 34,36%, se integra em zonas de declive entre 5,001% e 10%, ou seja declive moderado baixo. As zonas com declive

superior a 15% e suscetíveis de risco de erosão e deslizamento de solos ocupam 21,13% da área total. Observa-se ainda que 26,95% da área urbana tem declives entre 10,001% e 15%. Apenas 0,14% se insere em zonas com declive de 0%. Deste modo, de acordo com a classificação admitida, a área total urbana distribui-se por 21,13% de zonas com declive acentuado, 61,31% de zonas com declive moderado, classes 2 e 3, 17,42% de zonas com declive suave e 0,14% de áreas com declive nulo.

Pela análise da Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal Continental (COS 2007), para a zona urbana da Guarda, em estudo, identificaram-se 42 tipos diferentes de uso e ocupação do solo (Tabela2).

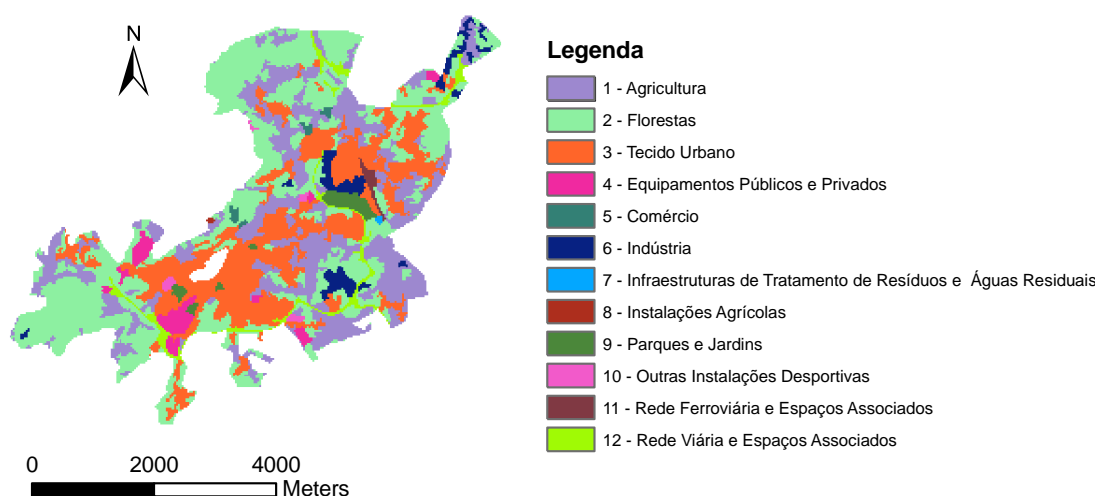
**Tabela 2 Classes principais de ocupação e uso do solo**

<b>Classe principal</b>	<b>Ocupações e uso do solo (COS 2007)</b>
<b>1 – Agricultura</b>	Agricultura com espaços naturais e semi-naturais Culturas temporárias de regadio Culturas temporárias de sequeiro Culturas temporárias de sequeiro associadas a pomar Novas plantações Olivais Outros pomares Sistemas culturais e parcelares complexos Pastagens permanentes
<b>2 – Floresta, Vegetação e Áreas ardidas</b>	Florestas abertas de outros carvalhos Florestas abertas de outros carvalhos com folhosas Florestas abertas de outros carvalhos com resinosas Florestas abertas de pinheiro bravo Florestas abertas de pinheiro bravo com folhosas Florestas de eucalipto Florestas de outras folhosas Florestas de outros carvalhos Florestas de outros carvalhos com folhosas Florestas de outros carvalhos com resinosas Florestas de pinheiro bravo Florestas de pinheiro bravo com folhosas Matos densos Matos pouco densos Vegetação esparsa Vegetação herbácea natural Áreas ardidas SAF de outros carvalhos com culturas temporárias de sequeiro
<b>3 – Tecido Urbano</b>	Tecido urbano contínuo predominantemente horizontal Tecido urbano contínuo predominantemente vertical Tecido urbano descontínuo Tecido urbano descontínuo esparso Áreas abandonadas em territórios artificializados Áreas em construção
<b>4 – Equipamentos públicos e privados</b>	
<b>5 – Comércio</b>	
<b>6 – Indústria</b>	
<b>7 – Infraestruturas de tratamento de resíduos e águas residuais</b>	
<b>8 – Instalações agrícolas</b>	
<b>9 – Parques e Jardins</b>	
<b>10 – Outras instalações desportivas</b>	
<b>11 – Rede ferroviária e espaços associados</b>	
<b>12 – Rede viária e espaços associados</b>	

A grande diversidade de usos e ocupações dificulta a análise objetiva quando se pretende avaliar o impacto do relevo na distribuição das classes de usos e ocupações do solo urbano.

No sentido de facilitar a análise definiram-se classes principais, nas quais se agruparam tipos de ocupação análogas. Assim, foi possível reduzir para 12 classes principais de ocupação e uso do solo. A Tabela 2 mostra a agregação dos vários tipos de uso e ocupação para as diferentes classes principais criadas.

Na Figura 5 apresenta-se o mapa com as 12 classes principais criadas a partir da carta de uso e ocupação do solo da zona de estudo, obtido por reclassificação. Pela observação desse mapa verifica-se a presença de um modelo de ocupação do solo multivariada, com ocupação do tecido urbano disperso e espaços intersticiais cujo uso pertence às classes de floresta, vegetação e áreas ardidadas e também agricultura. Foram calculadas as respetivas áreas de ocupação na área urbana, que se apresentam na Tabela 3.



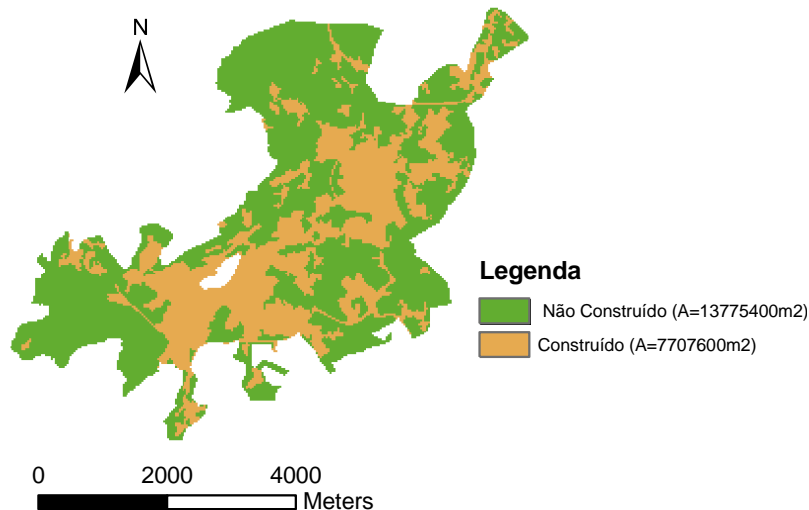
**Fig. 5 Mapa de uso e ocupação do solo reclassificado (12 classes)**

**Tabela 3 Área ocupada por cada classe principal e respetiva percentagem**

<b>Classe Principal</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Percentagem (%)</b>
Floresta, Vegetação e Áreas ardidadas	8317681,22m <sup>2</sup>	38,71%
Agricultura	5465957,04m <sup>2</sup>	25,44%
Tecido Urbano	5295941,45m <sup>2</sup>	24,64%
Rede viária e espaços associados	643554,33m <sup>2</sup>	2,99%
Indústria	626654,86m <sup>2</sup>	2,92%
Equipamentos públicos e privados	541832,91m <sup>2</sup>	2,52%
Parques e jardins	301332,22m <sup>2</sup>	1,40%
Outras instalações desportivas	93578,51m <sup>2</sup>	0,44%
Comércio	91014,94m <sup>2</sup>	0,42%
Rede ferroviária e espaços associados	90015,59m <sup>2</sup>	0,42%
Infraestruturas de tratamento de resíduos e águas residuais	12427,68m <sup>2</sup>	0,06%
Instalações agrícolas	9079,00m <sup>2</sup>	0,04%
<b>Total</b>	<b>21489069,77m<sup>2</sup></b>	<b>100%</b>

Pela observação da Tabela 3 verifica-se que 64,15% da zona urbana é ocupada por espaços de floresta, vegetação, áreas ardidadas e espaços agrícolas. Destes, a maior parte (38,71%)

pertence ao uso de floresta, vegetação e áreas aridas. O tecido urbano ocupa 24,64% da área urbana, sendo assim a terceira classe com maior área ocupada. Das 12 classes, com exceção das duas primeiras apresentadas na Tabela 3, todas as outras são espaços construídos, ou seja, solo artificializado. De forma a melhor distinguir estes espaços construídos dos não construídos, foi criado um novo mapa. É objetivo deste mapa identificar toda a área urbana com solo artificializado e assim perceber a sua relação com o relevo. De igual modo, este mapa permite relacionar os espaços não construídos com o relevo e analisar se a sua presença no interior de zonas artificializadas se deve à topografia. A Figura 6 mostra o mapa obtido da reclassificação.



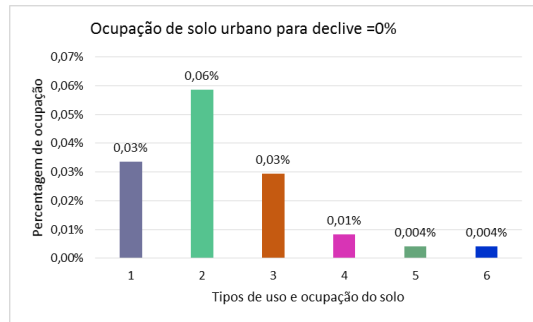
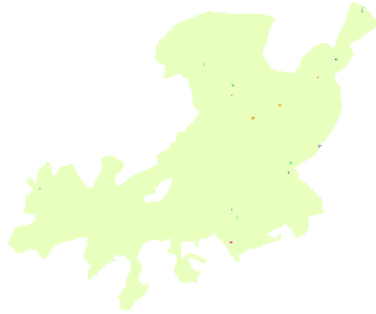
**Fig. 6 Identificação do espaço urbano construído e não construído**

Verifica-se que o espaço não construído ocupa uma área de 13775400m<sup>2</sup> e o espaço construído, solo artificializado, ocupa a área de 7707600m<sup>2</sup>.

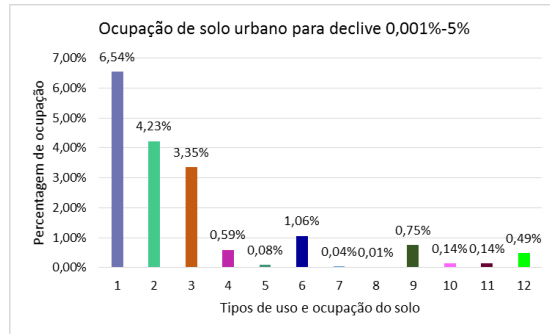
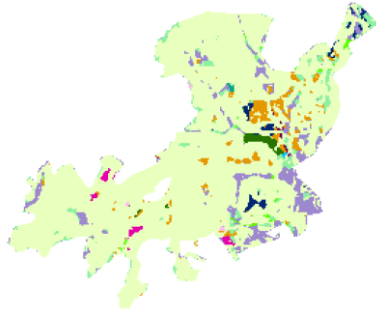
É importante perceber e analisar de que forma o espaço urbano construído e não construído se enquadra no relevo. Neste sentido foram realizadas três análises. A primeira analisa todas as classes de uso e ocupação do solo em zonas de risco, a segunda é relativa ao espaço não construído e a terceira análise conjuga o espaço construído, artificializado, com as zonas de risco. De seguida são apresentadas de forma sequencial as análises efetuadas.

Foi realizada a análise espacial de forma a avaliar a integração das diferentes classes de uso e ocupação do solo na orografia do terreno da área urbana. Pretende-se assim verificar quais os tipos de uso e ocupação do solo que estão localizados em zonas de risco de erosão e/ou deslizamento de solos. A análise foi realizada de forma independente para cada classe de declive (Figura 4) e o mapa de uso e ocupação do solo urbano (Figura 5). Na Figura 7 apresentam-se os mapas resultantes e as áreas que cada categoria de uso e ocupação do solo ocupa por cada nível de declive. Os valores dos tipos de uso e ocupação do solo apresentados na Figura 7 correspondem à descrição exposta na legenda da Figura 5.

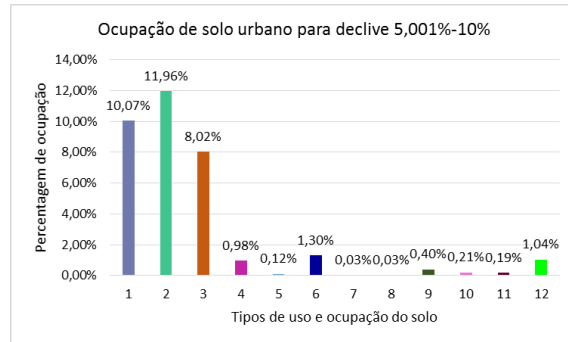
**Declive = 0%**



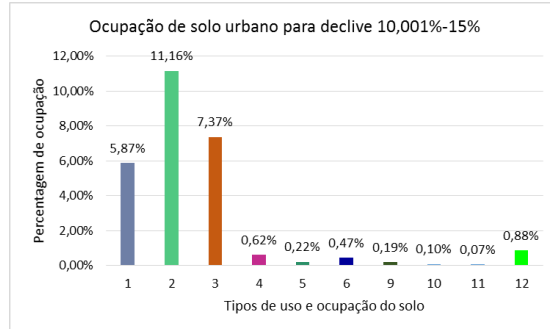
**Declive: 0,001%-5%**



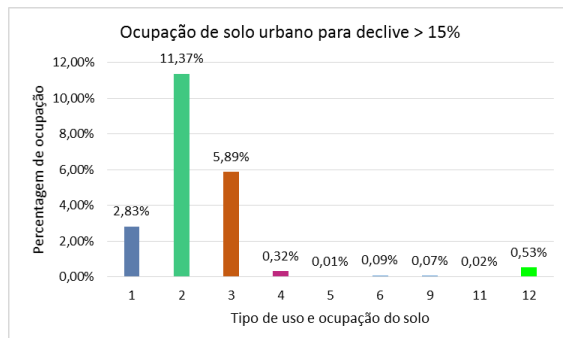
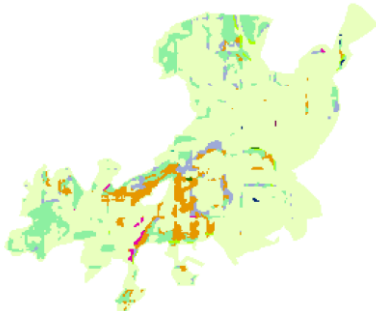
**Declive: 5,001%-10%**



**Declive: 10,001%-15%**



**Declive >15%**

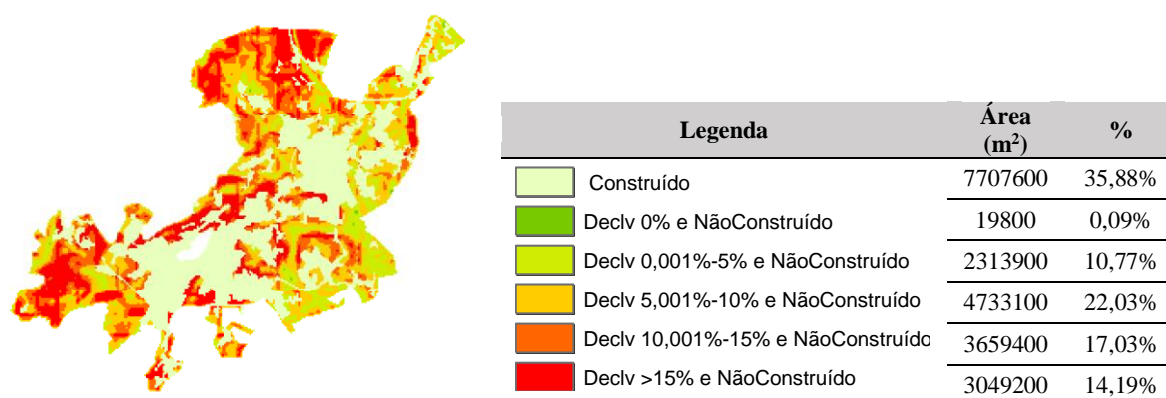


**Fig. 7 Classes de uso e ocupação do solo e declive da zona urbana**



Da análise dos resultados apresentados na Figura 7 verifica-se que, para os declives acentuados superiores a 15%, a classe 2 relativa a floresta, vegetação e áreas ardidadas é a que apresenta maior área de ocupação (11,37%). O tecido urbano apresenta uma taxa de ocupação de 5,89% dentro desta categoria de declive. Os restantes usos têm presença pouco significativa, embora todas as classes de solo artificializado tenham presença, exceto infraestruturas de tratamento de resíduos e águas residuais e instalações agrícolas. Relativamente aos declives moderados, 7,37% de tecido urbano inclui-se na classe de declives entre 10,001% e 15% e 8,02% desta categoria de ocupação do solo integra-se em declives entre 5,001% e 10%. No total 21,28% de tecido urbano está implantado em zonas de declive moderado ou acentuado. Apenas 3,35% se inclui em zonas de declive suave, entre 0,001% e 5% e 0,03% em zonas de declive nulo. A indústria tem maior taxa de ocupação (1,30%) para zonas de declive moderado baixo, entre 5,001% e 10%, seguido de zonas de declive suave com uma taxa de ocupação deste tipo de uso de 1,06%. A rede viária (classe 12) está implantada em todas as zonas de declives, suave, moderados e acentuado, o que se justifica por estas infraestruturas servirem todas as restantes ocupações pertencentes a solo artificializado. Ainda assim, a rede viária não marca presença em zonas de declive nulo. A área ocupada por espaços com declive nulo é muito reduzida, quando comparada com a totalidade da área urbana, ocupando apenas 0,14% deste território. Verifica-se ainda que todos os tipos de uso e ocupação do solo estão presentes em todas as classes de declive consideradas na análise, com exceção das infraestruturas de tratamento de resíduos e águas residuais e instalações agrícolas as quais se instalam em zonas de declive suave e moderado baixo, ou seja em declives entre 0,001% e 10%.

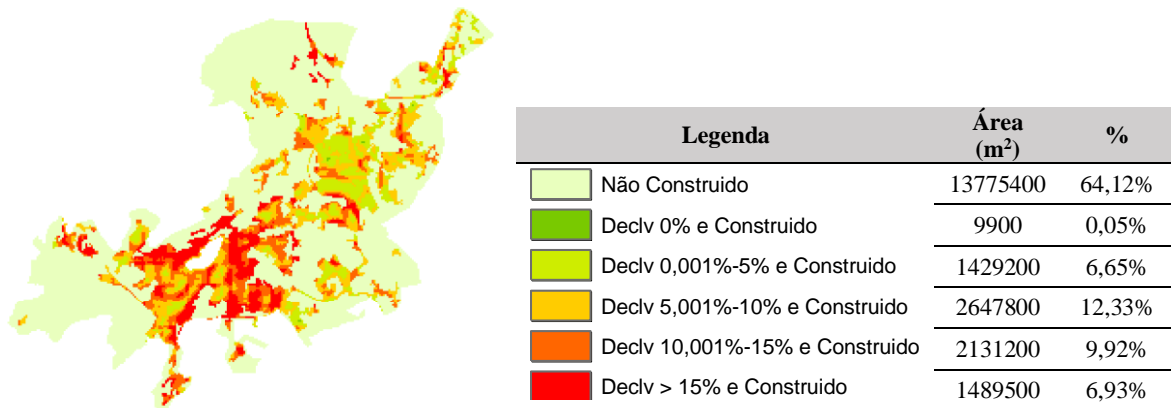
Na segunda análise pretende-se avaliar a integração do espaço não construído (floresta, vegetação e áreas ardidadas, e agricultura) nas várias categorias de declive e perceber se o relevo se impõe como barreira natural ao crescimento urbano. Para esta análise foram usados os mapas com as classes de declives (Figura 4) e a reclassificação em espaço urbano construído e não construído (Figura 6). Na Figura 8 apresenta-se o mapa resultante desta análise e as áreas que cada classe de declive em espaço não construído ocupa.



**Fig. 8 Integração do espaço não construído no declive**

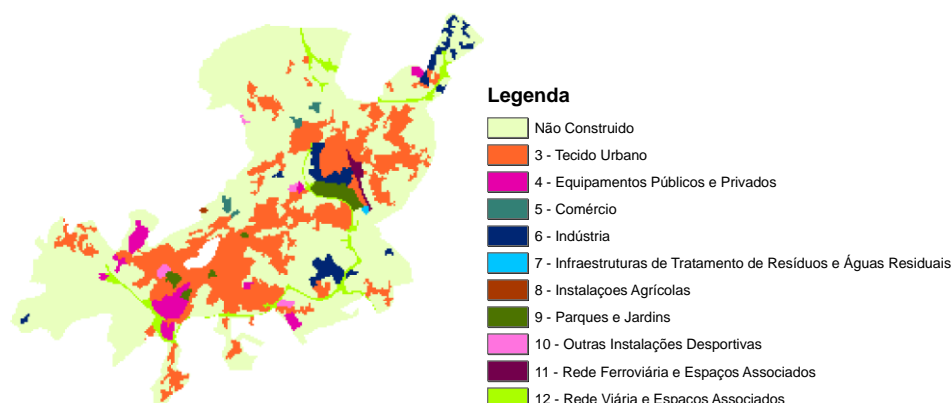
Pela leitura da Figura 8 verifica-se a presença de espaços não construídos em zonas de declive acentuado, maior que 15%, o que pode significar que estes espaços constituem barreiras naturais de obstrução ao crescimento urbano. Deste modo a descontinuidade que se verifica na ocupação urbana nestes locais fica justificada. No entanto, é também visível a existência de espaços não construídos em zonas com declive suave e moderado, envolvidos entre áreas de espaço construído, constituindo vazios urbanos e provocando dispersão urbana não justificada do ponto de vista da integração no relevo. Verifica-se ainda grandes áreas de espaço não construído em zonas periféricas do limite urbano e com declive acentuado.

A terceira análise efetuada tem por objetivo relacionar os tipos de uso e ocupação de solo artificializado, espaços construídos, com as várias classes de declive e verificar de que forma se integram no relevo. Esta análise desenvolveu-se em duas etapas. Na primeira etapa fez-se o estudo da inclusão de todo o espaço construído nas várias classes de declive. A Figura 9 apresenta o mapa resultante e as taxas de ocupação de cada classe de declive no espaço construído.



**Fig. 9 Integração do espaço construído no declive**

Da análise da Figura 9 verifica-se que 6,93% do espaço construído na zona urbana insere-se em locais com declive acentuado, o que poderá representar risco de erosão e deslizamento de solos para as construções aí existentes. Do espaço construído na zona urbana, 22,25% inclui-se em zonas com declive moderado. Destes 12,33% em declive moderado baixo e 9,92% em declive moderado alto. Verifica-se ainda que 6,65% do espaço construído insere-se em zonas de declive suave, os quais se localizam em grande parte na zona urbana com altitudes mais baixas, zona nordeste da cidade. A segunda etapa da terceira análise pretende estudar a integração dos diferentes tipos de uso e ocupação de solo artificializado nas várias classes de declive. Para o desenvolvimento da análise utilizaram-se de forma independente cada classe de declive apresentadas na Figura 4 e o mapa de uso e ocupação de solo artificializado calculado a partir dos mapas das Figuras 5 e 6. A Figura 10 apresenta o mapa resultante desta etapa da análise.



**Fig. 10 Mapa de uso e ocupação do solo artificializado**

Na Tabela 4 apresentam-se as respetivas taxas de ocupação dos diferentes tipos de uso e ocupação do solo artificializado apresentados na Figura 10, por cada classe de declive,

calculadas em relação à área total da zona urbana (ZU) e à área ocupada por solo artificializado (SA) em cada classe de declive avaliada.

**Tabela 4 Área ocupada por classe de solo artificializado em cada classe de declive**

Uso e Ocupação do Solo Artificializado	Declive = 0%		Declive 0,001%-5%		Declive 5,001%-10%		Declive 10,001%-15%		Declive > 15%	
	% (ZU)	% (SA)	% (ZU)	% (SA)	% (ZU)	% (SA)	% (ZU)	% (SA)	% (ZU)	% (SA)
<b>3</b>	0,03	63,64	3,35	50,31	8,02	65,06	7,37	74,32	5,89	84,95
<b>4</b>	0,01	18,18	0,59	8,94	0,98	7,99	0,62	6,29	0,32	4,65
<b>5</b>	0,004	9,09	0,08	1,26	0,12	0,95	0,22	2,20	0,01	0,18
<b>6</b>	0,004	9,09	1,06	15,93	1,30	10,57	0,47	4,73	0,09	1,33
<b>7</b>			0,04	0,57	0,03	0,20				
<b>8</b>			0,01	0,19	0,03	0,27				
<b>9</b>			0,75	11,27	0,40	3,26	0,19	1,90	0,07	1,03
<b>10</b>			0,14	2,08	0,21	1,70	0,10	0,97		
<b>11</b>			0,14	2,08	0,19	1,53	0,07	0,72	0,02	0,24
<b>12</b>			0,49	7,37	1,04	8,46	0,88	8,87	0,53	7,61
<b>Total</b>	<b>0,05 %</b>	<b>100,00 %</b>	<b>6,65 %</b>	<b>100,00 %</b>	<b>12,33 %</b>	<b>100,00 %</b>	<b>9,92 %</b>	<b>100,00 %</b>	<b>6,93 %</b>	<b>100,00 %</b>

Pela análise dos valores apresentados na Tabela 4 verifica-se que: i) o tecido urbano (classe 3), de todos os tipos de uso e ocupação do solo artificializado, é o que tem maior percentagem de ocupação para todas as classes de declive; ii) a presença do tecido urbano é crescente com o aumento dos níveis de inclinação, com exceção da zona de declive nulo que apresenta maior percentagem de ocupação desta classe de uso urbano relativamente à categoria de declive suave; iii) as zonas de declive acentuado, às quais podem estar associadas zonas suscetíveis de risco, apresentam 84,95% da sua área ocupada por tecido urbano; iv) os equipamentos públicos e privados ocupam 4,65% da área de zonas de risco, com declive acentuado; v) a classe respeitante à indústria (classe 6) tem maior taxa de ocupação em zonas de declive suave (15,93%) e zonas de declive moderado baixo (10,57%); vi) apenas as classes respeitantes a outras instalações desportivas (classe 10), infraestruturas de tratamento de resíduos e águas residuais (classe 7) e instalações agrícolas (classe 8) não estão presentes em zonas de risco, com declive superior a 15%; vii) o valor total da área ocupada por solo artificializado e localizado em zonas de risco, com declive superior a 15%, é de 1489500m<sup>2</sup>, o qual representa 6,93% da área total da zona urbana; viii) a zona de declive moderado alto, que também pode apresentar algum nível de risco, ocupa 9,92% da área total urbana, ou seja 2131200m<sup>2</sup> de área.

### 3 CONCLUSÕES

A análise espacial implementada teve como principal objetivo estudar o impacto do relevo na implantação de zonas artificializadas para analisar o uso e a ocupação do solo urbano num contexto de sustentabilidade. Assim, a metodologia desenvolvida permitiu relacionar diferentes níveis de declive do terreno com classes de uso e ocupação do solo urbano; identificar zonas de risco e respetivos usos e ocupações de solo aí praticados; analisar a existência de barreiras topográficas como elementos naturais associados à dispersão urbana; averiguar a presença de vazios urbanos dentro da área artificializada. Deste modo, analisou-se a presença de espaços urbanos implantados em zonas com diferentes graus de declive:

nulo, suave, moderado baixo, moderado alto e acentuado. As zonas de declive acentuado são as mais suscetíveis de risco de erosão e deslizamento de solos. Verificou-se que parte da zona urbana, nomeadamente tecido urbano, se insere em zonas de risco, o que poderá ser preocupante e merecer especial atenção por parte de outras áreas de estudo sobre esses locais. No que respeita à existência de áreas vazias na zona com predominância de tecido urbano, podem tirar-se duas conclusões. Uma diz respeito à presença de áreas não construídas em zonas com declive acentuado, revelando barreiras topográficas naturais ao crescimento urbano e provocando a sua fragmentação e dispersão. Outra conclusão a respeito dos vazios urbanos prende-se com a sua presença em zonas de declive suave e moderado, originando quebras na continuidade do tecido urbano. Esta constatação revela, a este respeito, fragilidade na ocupação do solo urbano. Neste caso, será necessário averiguar com maior detalhe e perceber o motivo destes vazios em zona urbana. Considera-se ainda que a análise geológica dos espaços identificados como zonas de risco de erosão e deslizamento de solos e ocupado, principalmente com tecido urbano, é importante.

#### **4 REFERÊNCIAS**

Bertrand, N. & Vanpeene-Bruhier, S. (2007) Periurban landscapes in mountain areas. At the crossroads of ecological and socio-economic studies. **Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine** 95-4, pp. 69-80.

ESPON 1.4.1 (2006) **The Role of Small and Medium-Sized Towns (SMESTO) - Final Report**, Vienna: Austrian Institute for Regional Studies and Spatial Planning.

Gao, P., Niu, X., Wang, B. & Zheng, Y. (2015) Land use changes and its driving forces in hilly ecological restoration area based on gis and rs of northern China. **Scientific Reports** 5, Article number: 11038 (2015).

IME (2013) **Natural Disasters Saving Lives Today, Building Resilience For Tomorrow**, London: 1 Birdcage Walk, Westminster.

Meneses, F. J., (2010) **O Urban Sprawl em Cidades Portuguesas de Média Dimensão – Análise da década de 1991 a 2001**, Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa.

Nations, U. (2001) **Indicators of Sustainable Development Guidelines and Methodologies**, New York: s.n.

Nations, U. (2007) **Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies**. 3.<sup>a</sup> ed. New York: United Nations.

Santos, L. d. & Fortuna, J. (2005) Modelo de exigências para uso urbano do solo. Critérios urbanísticos e riscos naturais - um exemplo em Coimbra. **Territorium** 12, pp. 69-95.

Teixeira, M. (2006) Movimentos de Vertente. Factores de Ocorrência e Metodologia de Inventariação. **Geonovas** N.º 20, pp. 95 - 106.

Zêzere, J. L. (2005) **Dinâmica de vertentes e riscos geomorfológicos**. Programa, Lisboa: Centro de Estudos Geográficos – Universidade de Lisboa.

Zêzere, J., Pereira, A. & Morgado, P., s.d. **Perigos naturais e tecnológicos no território de Portugal Continental**. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos, Universidade de Lisboa.