
CIDADES, Comunidades e Territórios



Metodologia para a avaliação das alterações do uso e ocupação do solo em Portugal Continental nas últimas três décadas

Bruno M. Meneses¹, Direção Geral do Território, Portugal

Maria José Vale², Direção Geral do Território, Portugal

Rui Reis³, Direção Geral do Território, Portugal

Raquel Saraiva⁴, Direção Geral do Território, Portugal

Abstract

In the last decades Portugal has undergone major changes in land use and land cover (LULC). However, these changes have not been quantified for the years before 1985. This paper reports the results of a methodology used to estimate of the changes between 1980 and 2010, based on samples of LULC. The LULC information used in these assessments resulted from a combination of different methodologies, starting with the selection of aerial photographs, georeferencing, identification/characterization and, finally, vectorization of LULC. These results were then extrapolated to Portugal Continental. This paper presents these methods as well as the variations of LULC estimated for three time-periods (decades from 1980/95, 1995/2010 and 1980/2010). The results obtained show an increase over time of land occupied by forest and a decrease in agricultural land.

Keywords: Use and land cover, Estimation LULC, Geographic information, GIS.

1. Introdução

A avaliação do uso e ocupação do solo (em inglês Land Use and Land Cover – LULC) é fundamental na implementação de políticas de ordenamento do território sustentáveis e também na definição de cenários futuros, com base na observação das alterações ou transições que ocorreram no passado.

Nas últimas décadas ocorreram grandes alterações de LULC um pouco por todo o mundo (Baessler e Klotz, 2006), devendo-se a determinados fatores como por exemplo o abandono ou alterações na ocupação de solos agrícolas, artificialização dos solos, ocorrência de catástrofes naturais, com destaque para os incêndios florestais (Ayanz et al. 2013), entre outros.

¹ bmeneses@campus.ul.pt.

² mvale@dgterritorio.pt.

³ rui.reis@dgterritorio.pt.

⁴ rsaraiva@dgterritorio.pt.

Em Portugal Continental também ocorreram grandes alterações de LULC, sobretudo ao longo das últimas décadas (Caetano et al., 2005; Vale, 2009; Reis et al., 2013). Estas refletem por vezes políticas de uso e ocupação do solo adotadas ao longo do tempo, como por exemplo os planos de fomento que conduziram à elevada ocupação dos solos por culturas agrícolas e, posteriormente, à artificialização dos mesmos por infra-estruturas resultantes do processo de industrialização que se verificou durante o século passado, período caracterizado pela forte urbanização do litoral. Mais recentemente, assistiu-se ao abandono dos solos agrícolas, resultando na conversão deste tipo de LULC essencialmente para matos e floresta (DGT, 2013; Meneses, 2013). O aumento deste último tipo de LULC pode ser positivo ao permitir a manutenção e fertilidade do solo, regime natural das águas e qualidade do ar, realização de atividades de recreio e lazer, produção de bens materiais, entre outras; mas pode ser negativo, sobretudo na amplificação da extensão dos incêndios florestais e sua frequência, devido à maior disponibilidade de material florestal (Fearnside, 1995; Farcy e Devillez, 2005; Croitoru, 2007; Brockerhoff et al., 2008; Kim et al., 2008; Baritz et al., 2010; Schoene e Bernier, 2011; Shakesby, 2011; Neris et al., 2012, Meneses, 2013a).

Neste contexto evidencia-se a importância do conhecimento das transições de uso e ocupação do solo na tomada de decisões que impliquem ações de ordenamento do território, considerando outros fatores com influência nestas transições (e.g. fatores socioeconómicos, ambientais, entre outros).

Atualmente, existe cartografia de LULC (cobertura integral) em diferentes anos para Portugal (e.g. CORINE Land Cover – CLC'1990, 2000, 2006; Carta de Ocupação do Solo – COS'90, 2007). A obtenção desta cartografia para a extensão do território anteriormente referido exigiu o recurso a muita informação geográfica (e.g. ortofotomapas, imagens de satélite, inventários florestais e agrícolas, entre outros) e um vasto trabalho multidisciplinar, o que se traduz num processo moroso e com elevados custos, fatores que tornam inviável a obtenção da mesma para períodos mais curtos (anuais, bianuais, entre outros).

Neste sentido, o recurso a metodologias que permitam agilizar todo o processo de caracterização e análise de LULC num determinado território são uma alternativa a considerar na atualidade, nomeadamente metodologias que utilizem unidades amostrais (UA) como a do Projeto LANDYN (DGT, 2013). Neste artigo pretende-se demonstrar como é possível caracterizar o LULC de Portugal Continental em diferentes momentos (1980, 1995 e 2010) e também quantificar as transições entre os diversos tipos de LULC, de forma a perceber as dinâmicas de alteração entre os mesmos.

2. Material e métodos

2.1. Objetivos, recolha e tratamento de informação

O principal objetivo da avaliação apresentada neste ensaio é quantificar o LULC no território de Portugal Continental em diferentes momentos (1980, 1995 e 2010), a partir de uma metodologia baseada em unidades amostrais, para se quantificar as transições de LULC entre os momentos considerados.

As unidades amostrais foram definidas *a priori*. Nas avaliações realizadas com estas unidades adotou-se a nomenclatura de uso e ocupação do solo do projeto LANDYN, sendo esta composta por 32 classes (DGT, 2013), agrupadas em 7 classes simplificadas (agrícolas, agroflorestais, artificializados, corpos de água, florestas, incultos e zonas húmidas).

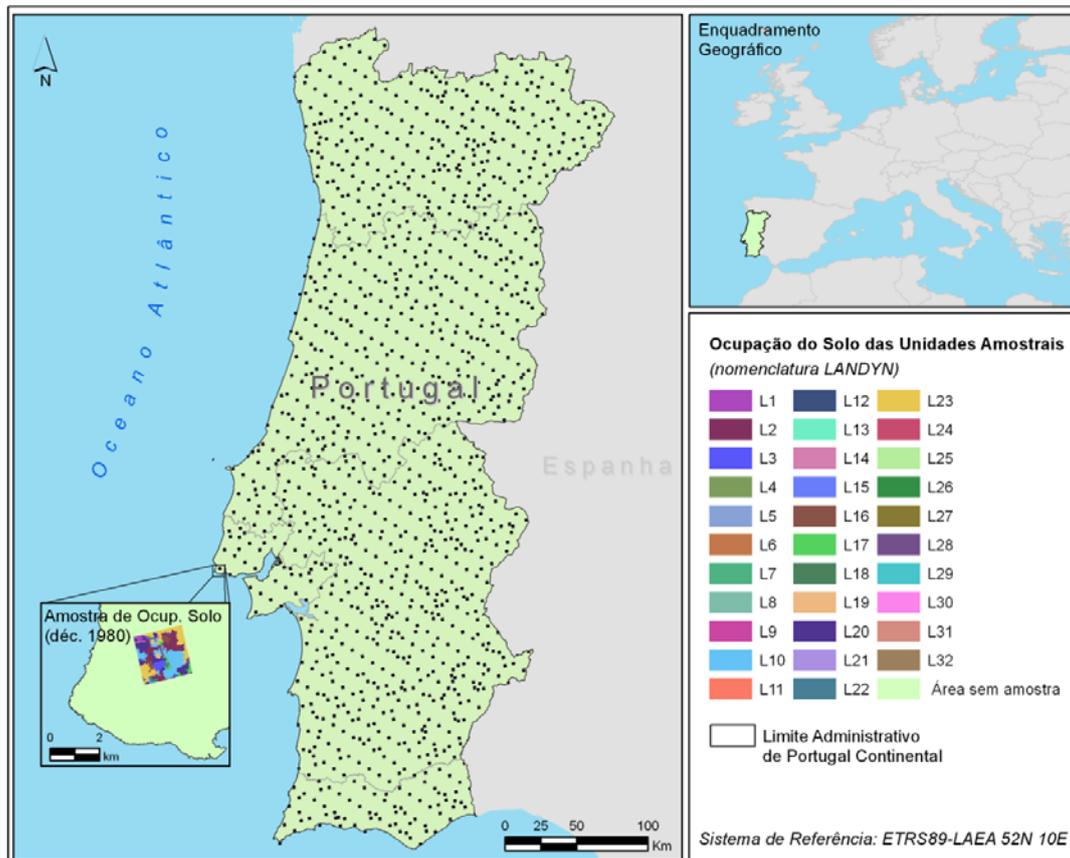
A recolha e tratamento de informação relativa ao LULC compreenderam várias etapas: recolha de fotografias aéreas das várias décadas e sua georreferenciação, fotointerpretação e respectiva validação, com correção dos erros decorrentes deste processo. O levantamento de fotografias aéreas foi apoiado nos procedimentos associados aos planos de voo em Portugal Continental, processo que exigiu a reavaliação dos desvios da georreferenciação de cada fotografia e correção de erros associados à sua escala (DGT, 2013).

A definição do desenho da amostra foi baseada na Carta de Ocupação do Solo de 2007 (COS2007), tendo-se integrado neste processo de amostragem a diversidade de classes registadas por cada estrato. Após a digitalização e georreferenciação das fotografias de vários anos, procedeu-se à avaliação e orto-retificação das mesmas, de modo a obter-se maior rigor no registo de LULC, decorrente do processo de fotointerpretação e vectorização das várias amostras para as décadas em análise.

Na definição da malha de amostragem, adotou-se a grelha de referência de 1x1 Km² (ETRS89-LAEA 52N 10E) da Agência Europeia do Ambiente (EEA), consistente com a malha EEA para Land Cover Accounts (LEAC). Para garantir a consistência espacial com os dados LUCAS 2009 do Eurostat, utilizou-se uma amostragem por *clusters* constituídos por 2x2 elementos da grelha de referência, i.e., elementos com 4 Km², conforme ilustrado na Figura 1. Assim, obteve-se para o território continental o total de 1279 unidades amostrais (distribuídas aleatoriamente), compreendendo estas cerca de 5116 km².

Toda a cartografia produzida foi sujeita a um processo de validação estatístico, nomeadamente a aplicação de um teste de hipóteses (Aronoff, 1982a e b), considerando as seguintes condições: H0 ou hipótese nula, quando a cartografia não possui exatidão mínima para aceitação; H1 a cartografia possui exatidão global superior à mínima para aceitação. Esta avaliação efetuou-se nos resultados obtidos no cruzamento das unidades amostrais (neste caso cartografia amostral extraída da COS2007) com a cobertura integral da COS2007 (Quadro 1). Com estes dados calculou-se a variação de área por cada tipo de LULC, ou seja, a variação entre o que se verificou nas amostras, com a área total de Portugal Continental (Delta no Quadro 1). Aqui, através do teste de hipóteses, procurou-se avaliar a legitimidade de que Delta é nulo, i.e., o mapa deveria apresentar um número de unidades amostrais incorretas inferior ou igual ao valor crítico (1,96), existindo assim evidências para rejeitar a hipótese nula (H0), para um nível de confiança de 95% (Ginevan, 1979).

Figura 1. Distribuição espacial das amostras de uso e ocupação do solo em Portugal Continental.



Fonte: elaboração própria.

Quadro 1. Área por tipo de uso e ocupação do solo resultante da interseção entre as amostras LULC e COS2007.

Uso e Ocupação do Solo (Legenda LANDYN)		Legenda LANDYN simplificada	Área das UA da COS2007 (ha)	Área das UA da COS2007 (%)	Área da COS2007 cobertura integral de Port. Cont. (ha)	Área da COS2007 cobertura integral de Port. Cont. (%)	Delta
L1	Tecido urbano contínuo	Artificializados	8656,15	1,73	149299,51	1,67	0,06
L2	Tecido urbano descontínuo		8352,49	1,67	152445,70	1,71	-0,04
L3	Indústria, comércio e equipamentos gerais		2875,31	0,58	56628,78	0,63	-0,06
L4	Redes viárias e ferroviárias e espaços associados		1801,68	0,36	30013,61	0,34	0,02
L5	Áreas portuárias		24,91	0,00	1619,95	0,02	-0,01
L6	Aerportos e aeródromos		51,52	0,01	2667,20	0,03	-0,02
L7	Áreas de extracção de inertes		978,23	0,20	14827,30	0,17	0,03
L8	Áreas de deposição de resíduos		58,20	0,01	1137,38	0,01	0,00
L9	Áreas em construção		856,22	0,17	14906,80	0,17	0,00
L10	Culturas temporárias de sequeiro		Agrícolas	51295,34	10,26	779455,16	8,73
L11	Culturas temporárias de regadio	25432,33		5,09	418793,28	4,69	0,40
L12	Arrozais	1261,13		0,25	32887,22	0,37	-0,12
L13	Vinhas	11874,87		2,38	196625,07	2,20	0,17
L14	Pomares	7097,86		1,42	117934,62	1,32	0,10
L15	Olivais	24278,89		4,86	367164,62	4,11	0,74
L16	Pastagens permanentes	27926,63		5,59	441441,36	4,94	0,64
L17	Áreas agrícolas heterogéneas	24794,98		4,96	432493,37	4,84	0,12
L18	Sistemas agroflorestais	Agroflorestais	42866,62	8,57	703964,84	7,89	0,69
L19	Florestas de folhosas (excluindo o eucalipto e espécies afins)	Florestas	37155,02	7,43	703947,90	7,89	-0,45
L20	Florestas de resinosas		45509,65	9,10	839775,30	9,41	-0,30
L21	Florestas de eucalipto e espécies afins		30352,51	6,07	577708,46	6,47	-0,40
L22	Vegetação herbácea natural	Incultos	12785,04	2,56	245766,74	2,75	-0,20
L23	Matos		62742,01	12,55	1218054,73	13,64	-1,09
L24	Outras formações lenhosas; Cortes e novas plantações; Viveiros florestais; Aceiros e/ou corta-fogos	Florestas	29312,37	5,86	546839,42	6,13	-0,26
L25	Zonas descobertas e com pouca vegetação	Incultos	6545,67	1,31	129692,13	1,45	-0,14
L26	Áreas áridas		305,67	0,06	14390,35	0,16	-0,10
L27	Florestas abertas de folhosas (excluindo o eucalipto e espécies afins)	Florestas	14162,73	2,83	281861,47	3,16	-0,32
L28	Florestas abertas de resinosas		11202,36	2,24	226976,02	2,54	-0,30
L29	Florestas abertas de eucalipto e espécies afins		2195,46	0,44	39647,00	0,44	0,00
L30	Zonas húmidas	Zonas húmidas	1088,78	0,22	28965,53	0,32	-0,11
L31	Corpos de água	Corpos de água	6020,13	1,20	156293,37	1,75	-0,55
L32	Campos de Golfe	Artificializados	80,13	0,02	3176,90	0,04	-0,02

Fonte: elaboração própria.

Como consequência do teste de hipóteses, é legítimo afirmar-se que as variações que se observaram nas amostras foram resultantes de variações de natureza aleatória, introduzidas nos dados de entrada e no processo de avaliação da variável Delta, isto porque este é nulo (valor da estatística do teste inferior ao valor tabelado apresentado no Quadro 2) para um nível de confiança de 95%. Assim, há legitimidade na extrapolação dos dados obtidos pelo processo de amostragem para a totalidade do território em avaliação (Portugal Continental).

Para a extrapolação dos dados das amostras à totalidade do território continental português utilizou-se a Carta Administrativa Oficial de Portugal de 2008 (CAOP2008.1), por ser a cartografia que auxiliou a elaboração da COS2007. Após a interseção das amostras com a CAOP2008.1 foi necessário efetuar algumas correcções, nomeadamente no litoral, devido a inconsistências encontradas nos limites do território em avaliação. Assim obteve-se nas amostras a área total de 499650,65 ha e para Portugal Continental 8897135,11 ha.

Quadro 2. Descrição estatística da variação de área entre as amostras da COS2007 e Portugal Continental (Delta) e resultados do teste de hipóteses.

Valor Médio de Delta	8,32x10 ⁻¹⁶
Desvio Padrão de Delta	0,4512
Estatística de teste	-2,51
Significância do teste	0,05
Valor normal tabelado	1,9600
Resultado do Teste	Rejeitar H0

Fonte: elaboração própria.

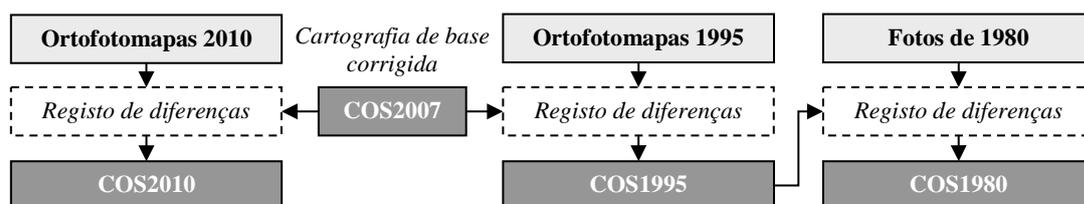
2.2. Avaliação das variações de LULC

Esta avaliação realizou-se com base nas amostras de LULC da cartografia de uso e ocupação do solo obtida para os diferentes momentos (COS 1980, 1995, e 2010), conforme a Figura 2. Para a produção da carta de ocupação do solo para os anos de 1995 e 2010 utilizou-se, como dados de base, as coberturas ortofotocartográficas existentes na Direção Geral do Território (DGT). As imagens que compõem estas coberturas têm uma resolução espacial de 0,5 m no terreno, à exceção das imagens da cobertura de 1995 com 1 m, nas três bandas espectrais do visível e na banda do infravermelho próximo. Para o ano de 1980 georreferenciaram-se 1876 fotografias aéreas digitalizadas em *scanner* de alta resolução, cobrindo estas a totalidade da área amostral.

O processo iniciou-se com a validação da informação da COS 2007, considerando as amostras selecionadas para o projeto. Este procedimento serviu para aferir se as observações destas unidades amostrais (com informação do ano 2007) são representativas da cobertura integral do país, considerando as observações da totalidade da COS 2007. Posteriormente, utilizou-se esta base de trabalho para 2010, 1995 e 1980 (Figura 2). Cada etapa englobou fases intermédias de correção de erros geométricos ou topológicos (e.g. *Must Not Overlap*, *Must Not Have Gaps*) e validação temática de transições entre os diferentes anos, processo fundamental para garantir uniformidade e maior qualidade da informação em todo o processo.

A unidade mínima cartográfica (UMC) considerada na delimitação dos polígonos que compõem cada UA compreende 1 ha, condição adotada das especificações técnicas da COS 2007 descritas em IGP (2010). Todos os procedimentos adotados na obtenção das UA acompanharam de perto estas especificações, para que no processo de comparação (UA e cobertura integral) constasse informação obtida sob as mesmas condições técnicas.

Figura 2. Esquema metodológico de determinação das variações de LULC.



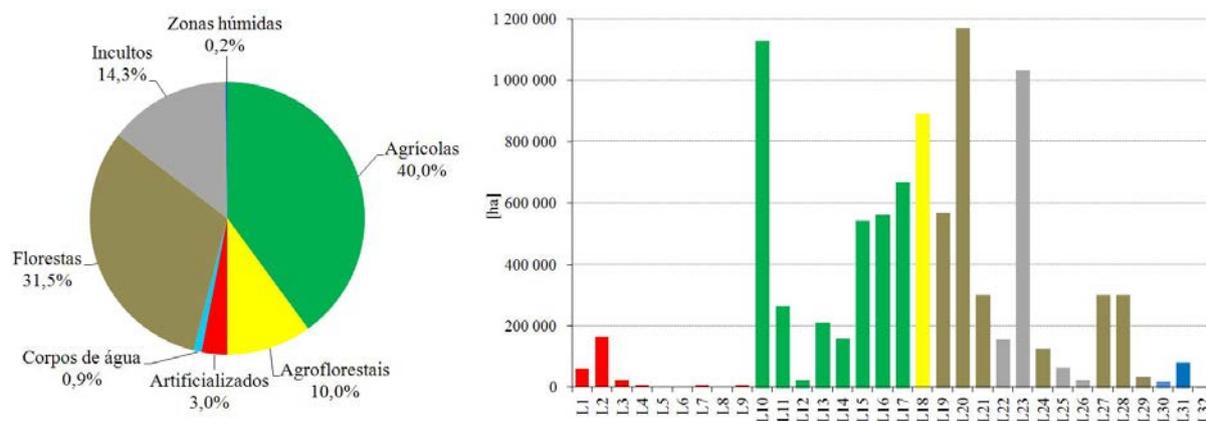
Fonte: elaboração própria.

Com esta informação de uso e ocupação do solo dos diferentes momentos sob a forma vetorial procedeu-se ao seu cruzamento, resultando um único tema com o LULC nos três momentos considerados. A informação alfanumérica deste tema foi extraída e tratada em Excel de forma a calcular as variações de LULC.

3. Uso e ocupação do solo nos anos de 1980, 1995 e 2010 e respetivas transições

No uso e ocupação de solo de Portugal Continental, no ano de 1980, verificou-se a predominância de solos agrícolas (40% da área total), destacando-se neste tipo de ocupação os solos dedicados às culturas temporárias de sequeiro (L10) e, em menor proporção, os solos ocupados por oliveiras (L15), pastagens permanentes (L16), e também as áreas agrícolas heterogéneas (L17) (Fig. 3).

Figura 3. LULC para o ano de 1980 por classe simplificada (à esquerda) e nas 32 classes LANDYDYN (à direita).

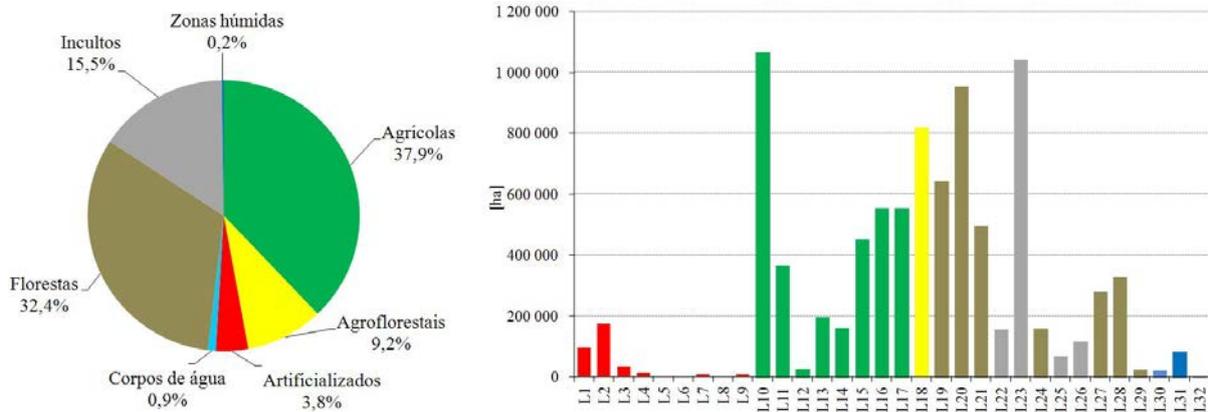


Fonte: elaboração própria.

A ocupação por floresta também sobressai neste ano pela área ocupada (cerca de 31,5% da área total), sobretudo os solos ocupados por florestas de resinosas (L20) e florestas de folhosas (excluindo o eucalipto e espécies afins) (L19). Os solos de incultos ocupavam cerca de 14,3% da área total, com evidência para a ocupação por matos (L23). Segue-se a ocupação por agroflorestais, artificializados, corpos de água e zonas húmidas (10, 3, 0,9 e 0,2% da área total, respetivamente). Nos solos artificializados sobressai a ocupação por tecido urbano descontínuo (L2).

No LULC do ano de 1995 destacam-se os solos agrícolas e florestais (37,9 e 32,4% da área total, respetivamente) no território de Portugal Continental (Fig. 4). Considerando os resultados obtidos no ano de 1980, verificou-se até 1995 redução do primeiro tipo de LULC e aumento no segundo. Nos solos agrícolas destaca-se a ocupação por culturas temporárias de sequeiro, mas verificou-se redução de área neste tipo de ocupação face ao verificado em 1980, facto observado também nas áreas agrícolas heterogéneas (L17). A área florestal aumentou neste período (1980-95); contudo observaram-se perdas de área nas florestas resinosas, em detrimento do aumento de florestas de eucalipto e espécies afins e, também das florestas abertas de resinosas.

Figura 4. LULC para o ano de 1995 por classe simplificada (à esquerda) e nas 32 classes LANDYDYN (à direita).



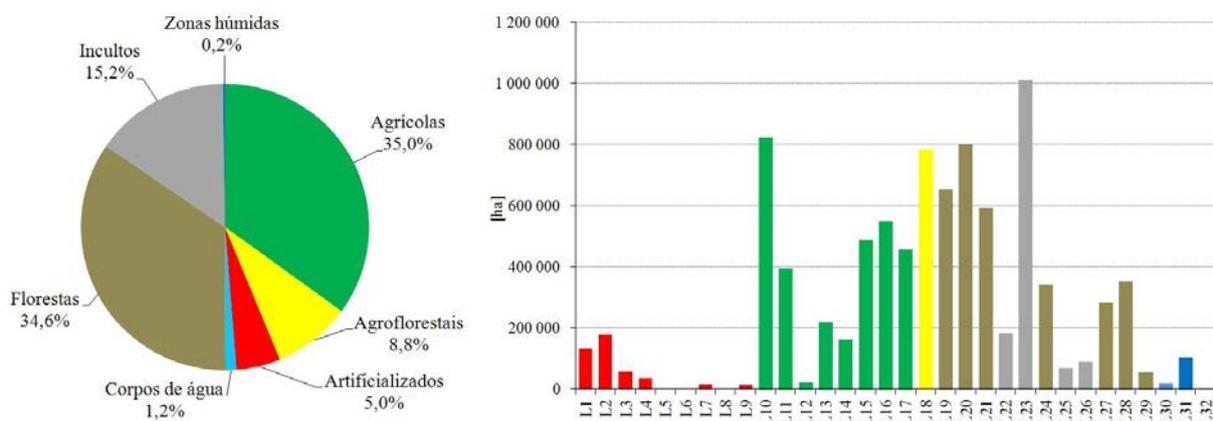
Fonte: elaboração própria.

Em 2010 ainda predominava a ocupação agrícola (Fig. 5), mas verificou-se elevada redução de área neste tipo de LULC, relativamente ao verificado em 1980 (cerca de -5%). Os solos ocupados por culturas de sequeiro foram os que reduziram mais de área, mas evidencia-se o aumento dos solos ocupados por culturas temporárias de regadio, considerando os resultados apresentados anteriormente.

Os sistemas agroflorestais também reduziram de área ao longo das tres décadas em estudo. Já a maioria das classes de LULC Landyn que integram a classe “florestas” aumentou, com exceção das “florestas de resinosas”. Nesta abordagem ainda sobressai o aumento de área dos corpos de água e também do tecido urbano contínuo.

As perdas e ganhos de área dos diversos tipos de LULC em análise são diferenciáveis nos dois períodos em abordagem (1980/95 e 1995/2010).

Figura 5. LULC para o ano de 2010 por classe simplificada (à esquerda) e nas 32 classes LANDYDYN (à direita).



Fonte: elaboração própria.

4. Discussão

4.1. Perdas e ganhos de área por LULC

Considerando estes períodos, destaca-se o último pela maior perda de área nos solos agrícolas, resultando para o período total (1980/2010) a perda de 5% na área total de Portugal Continental (Quadro 3). Este valor corresponde à variação absoluta de -12,5%, considerando a variação total apenas da área total deste tipo de LULC. Os solos agroflorestais também reduziram de área nestas três décadas, com maiores perdas no primeiro momento.

Já nos solos artificializados assistiu-se a um aumento de área, sobretudo no último período, resultando no período total o aumento de 1,9% na área de Portugal Continental, que corresponde a uma variação absoluta de 62,8% deste tipo de LULC.

Os corpos de água aumentaram de área sobretudo no segundo momento, refletindo o investimento que ocorreu nas últimas décadas em novas infra-estruturas para o armazenamento de água (e.g. Barragem do Alqueva). As florestas aumentaram de área, sobressaindo o último período com o maior crescimento deste tipo de LULC, resultando para o período total o aumento de 3,1% no território de Portugal Continental.

Quadro 3. Perdas e ganhos de área por tipo de LULC obtidos a partir da área amostral

LULC	Δ 1980/95			Δ 1995/2010			Δ 1980/2010		
	Área das amostras [ha]	Área de Portugal Contin. [%]	Δ relativa [%]	Área das amostras [ha]	Área de Portugal Contin. [%]	Δ relativa [%]	Área das amostras [ha]	Área de Portugal Contin. [%]	Δ relativa [%]
Agrícolas	-10460	-2,1	-5,2	-14471	-2,9	-7,6	-24932	-5,0	-12,5
Agroflorestais	-4033	-0,8	-8,1	-2120	-0,4	-4,6	-6152	-1,2	-12,3
Artificializados	3976	0,8	26,1	5584	1,1	29,1	9560	1,9	62,8
Corpos de água	73	0,0	1,6	1328	0,3	29,1	1400	0,3	31,1
Florestas	4474	0,9	2,8	11197	2,2	6,9	15671	3,1	10,0
Incultos	5920	1,2	8,3	-1514	-0,3	-2,0	4407	0,9	6,1
Zonas húmidas	50	0,0	4,7	-4	0,0	-0,4	46	0,0	4,3

Fonte: elaboração própria.

Quanto aos incultos, no primeiro momento verificou-se aumento de área, mas no segundo momento houve redução, resultando para as três décadas o aumento de 0,9% deste tipo de LULC no território em avaliação. As zonas húmidas não apresentaram grandes alterações relativamente à área ocupada, apenas um aumento de 4,3% até 2010 considerando apenas a área ocupada por este tipo de LULC em 1980.

4.2. Transições de LULC

Pela avaliação das transições de LULC verificaram-se diferentes comportamentos ou dinâmicas na variação individual de cada tipo de LULC ao longo das três décadas (Quadro 4), abordagem complementar à avaliação das perdas e ganhos de área por tipo de LULC apresentada anteriormente. Aqui apresenta-se a quantificação

destas transições, refletindo estes resultados as políticas de uso e ocupação do solo adotadas ao longo deste período, bem como a variação de outros fatores (e.g. socioeconómicos, ambientais, entre outros).

Nos solos agrícolas verificou-se perda de área ao longo das três décadas em análise. Esta perda ocorreu essencialmente para florestas e incultos (de 1980 para 2010), demonstrando estes resultados o abandono das áreas agrícolas e o avanço da vegetação natural sobre as mesmas, nomeadamente os matos. Destaca-se ainda a elevada artificialização destes solos e a conversão de uma vasta área em corpos de água. Contudo, verificou-se que os solos agrícolas existentes em 2010 resultaram da conversão de solos que em 1980 eram incultos, florestais e agroflorestais.

Os solos agroflorestais também reduziram de área nas três décadas, devido à transição que ocorreu para florestas e para solos agrícolas. Já em 2010, os solos com este tipo de LULC compreendem solos com transição essencialmente de florestas.

Quadro 4. Área (ha) de transição por tipo de LULC em Portugal Continental.

	2010	Agrícolas	Agroflorestais	Artificializados	Corpos de água	Florestas	Incultos	Zonas húmidas	TOTAL
1980									
Agrícolas		2885893	21180	91897	13093	321463	223855	268	3557650
Agroflorestais		60721	682141	2380	8099	127417	10310	0	891068
Artificializados		2732	0	264252	290	1927	1720	0	270920
Corpos de água		807	15	258	76010	676	2273	41	80080
Florestas		76455	74348	53833	4563	2319742	272369	285	2801594
Incultos		87093	3832	28406	2961	309405	844273	681	1276651
Zonas húmidas		0	0	123	0	11	321	18714	19170
TOTAL		3113702	781517	441150	105016	3080640	1355121	19988	8897135
Δ 1980/2010		-443948	-109551	170230	24936	279046	78470	818	

Fonte: elaboração própria.

O aumento dos solos artificializados deve-se à transição que ocorreu nos solos agrícolas, florestais e incultos entre 1980 e 2010. Porém verificou-se que na área total deste tipo de LULC no ano de 1980, ocorreram perdas para os três tipos de LULC anteriormente referidos, mas em reduzida quantidade, comparativamente à total área convertida em artificializados. Estes resultados refletem a elevada urbanização que ocorreu nas últimas décadas, culminando no aumento de 0,8% do tecido urbano contínuo nos solos de Portugal Continental e, em menor proporção (0,2%), com tecido urbano descontínuo.

Os corpos de água também aumentaram de área, devido à transição que ocorreu sobretudo em solos agrícolas, e em menor proporção, em solos agroflorestais e florestais. Este resultado é explicado pela construção de barragens ou outras infra-estruturas para o aproveitamento de água, destacando-se a albufeira da Barragem do Alqueva (área inundável) pela ocupação de uma vasta área que anteriormente era agrícola.

Quanto aos solos ocupados por florestas, verificou-se que a área total apurada em 2010 resulta da transição de uma vasta área de solos agrícolas, agroflorestais e incultos em 1980. Este tipo de LULC também perdeu área de 1980 para 2010, com destaque para os incultos, resultado explicado pela desflorestação e pela ocorrência de incêndios florestais que devastou grande parte deste tipo de LULC. De destacar ainda a conversão destes solos ocupados por floresta em artificializados.

Os solos ocupados por incultos aumentaram ao longo do período em análise, em consequência da transição que ocorreu nos solos florestais e agrícolas. Contudo, apesar de se obter um balanço positivo neste tipo de LULC entre o que se observou em 1980 e 2010, evidencia-se a perda ou transição para florestas de uma vasta área nos solos de inculto de 1980.

As zonas húmidas, embora representem uma pequena percentagem da ocupação do solo de Portugal Continental, aumentaram de área em consequência da transição que ocorreu essencialmente em solos de inulto.

5. Considerações gerais

A metodologia apresentada neste ensaio para a estimativa de LULC em diferentes momentos revelou-se eficiente, visto verificar-se estatisticamente haver legitimidade na extrapolação de LULC obtido por amostragem à área compreendida por Portugal Continental.

Os resultados obtidos permitiram obter uma visão retrospectiva, tanto do LULC nos vários anos em análise, como das respetivas variações ou transições que ocorreram entre os mesmos. Nestes resultados verificou-se a predominância de solos agrícolas nos vários momentos e também de solos ocupados por floresta, embora com menor expressão face ao anterior. Nesta variação, evidencia-se a redução do primeiro tipo de LULC, em consequência do aumento do segundo, resultados comprovados pela análise das transições de LULC. Estes resultados refletem o abandono dos solos agrícolas que ocorreu ao longo do período em avaliação. No caso do aumento de área florestal, deve observar-se com maior detalhe as variações das classes detalhadas compreendidas por esta classe simplificada, porque esta integra as florestas abertas (resinosas, eucaliptos e espécies afins), de eucaliptos e de folhosas que aumentaram consideravelmente ao longo do período em avaliação. De destacar também o aumento dos solos artificializados, devido à transição de uma vasta área de solos agrícolas e florestais.

Contudo, deve-se ter presente que cada classe de LULC no período analisado pode ter perdido área e, em simultâneo, ter aumentado, não se refletindo estas variações nos resultados finais. Nestes casos, a avaliação de variações no espaço é um trabalho a explorar com maior detalhe a partir da informação geográfica disponível.

Nestas transições de LULC, é fundamental perceber as forças motrizes associadas para se perceber as tendências de variação, visto haver várias implicações destas transições, por um lado no ordenamento do território, por outro, no ambiente, atividades socioeconómicas, entre outras. Assim, a abordagem e resultados apresentados neste ensaio revelam-se importantes para os diversos atores que intervêm no planeamento e ordenamento do território, bem como para decisores que indiretamente contribuem para a modificação do uso e ocupação do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aronoff, S. (1982a), "Classification accuracy: a user approach", *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 48 (8), pp. 1299-1307.

Aronoff, S. (1982b), "The map accuracy report: a user's view", *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol. 48 (8), pp. 1309-1312.

Ayanz, J., Schulte, E., Schmuck, G., Camia, A. (2013), "The European Forest Fire Information System in the context of environmental policies of the European Union", *Forest Policy and Economics*, 29, pp. 19-25.

Baessler, C., Klotz, S. (2006), "Effects of changes in agricultural land-use on landscape structure and arable weed vegetation over the last 50 years", *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 115, pp. 43-50.

Baritz, R., Seufert, G., Montanarella, L., Ranst, E.V. (2010), “Carbon concentrations and stocks in forest soils of Europe”, *Forest Ecology and Management*, 260 (3), pp. 262-277.

Brockerhoff, E.G., Jactel, H., Parrotta, J.A., Quine, C.P., Sayer, J. (2008), “Plantation forests and biodiversity: oxymoron or opportunity?”, *Biodiversity and Conservation*, 17, pp. 925–951.

Caetano, M., Carrão, H., Painho, M. (2005), *Alterações da ocupação do solo em Portugal Continental: 1985 – 2000*, Lisboa: Instituto do Ambiente.

Croitoru, L. (2007), “How much are Mediterranean forests worth?”, *Forest Policy and Economics*, 9 (5), pp. 536-545.

DGT (2013), “LANDYN – Alterações de uso e ocupação do solo em Portugal Continental: caracterização, forças motrizes e cenários futuros”, Relatório Anual 2012-2013, Lisboa: Direção-Geral do Território.

Farcy, C., Devillez, F. (2005), “New orientations of forest management planning from an historical perspective of the relations between man and nature”, *Forest Policy and Economics*, 7 (1), pp. 85-95.

Fearnside, P.M. (1995), “Potential impacts of climatic change on natural forests and forestry in Brazilian Amazonia”, *Forest Ecology and Management*, 78 (1-3), pp. 51-70.

Ginevan, M. (1979) “Testing land use map accuracy: another look”, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol. 45 (10), pp. 1371-1377.

IGP (2010), “Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal Continental para 2007 (COS2007)”, Memória descritiva, Instituto Geográfico Português, Lisboa.

Kim, C., Shin, K., Joo, K.Y., Lee, K.S., Shin, S.S., Choung, Y. (2008): “Effects of soil conservation measures in a partially vegetated area after forest fires”, *Science of the Total Environment*, 399 (1-3), pp. 158-164.

Meneses, B.M. (2013), “Análise das alterações do uso e ocupação do solo no Vale do Varosa (Portugal) mediante imagens Landsat-TM e sua influência na conservação do solo”, *GeoFocus*, 13 (1), pp. 270-290.

Meneses, B.M. (2013a), “Influência de um fogo florestal na qualidade da água da Ribeira de São Domingos Localizada na Região Oeste de Portugal”, Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

Neris, J., Tejedor, M., Fuentes, J., Jiménez, C. (2012), “Infiltration, runoff and soil loss in Andisols affected by forest fire (Canary Islands, Spain)”, *Hydrological Processes*, pp. n/a (In Press).

Reis, R., Barbeiro, A., Marrecas, P., Igreja, C., Valério, M., Patrício, P., Vale, M.J. (2013), “Alterações no uso e ocupação do solo (dec. 80 até à actualidade) – evolução do coberto vegetal”, 7º Congresso Florestal Nacional, 5 a 8 de Junho de 2013, Vila Real e Bragança.

Schoene, D.H., Bernier, P.Y. (2011), “Adapting forestry and forests to climate change: A challenge to change the paradigm”, *Forest Policy and Economics*, pp. n/a (In Press).

Shakesby, R.A. (2011), “Post-wildfire soil erosion in the Mediterranean: Review and future research directions”, *Earth-Science Reviews*, 105 (3-4), pp.71-100.

Vale, M.J. (2009), “A água e ordenamento do território”, in F. Xavier Malcata (coord.), *Água um desafio sem Espaço nem Tempo*, Lisboa, 335-369.