

Cartografia de Uso e Ocupação do Solo

Metodologias, principais resultados e desenvolvimentos futuros

Mário Caetano, Filipe Marcelino e Cristina Igreja
Direção-Geral do Território

Sumário

1. Enquadramento: a Cartografia de Uso e Ocupação do Solo (COS)
2. Especificações técnicas da COS
3. Metodologia
4. Resultados: Dinâmicas de uso e ocupação do solo
5. Desenvolvimentos futuros

1. Enquadramento

1. Enquadramento: A Carta de Uso e Ocupação do Solo (COS)

COS1990

COS1995

COS2007

COS2010

COS2015

COS2018



Atualização da cartografia

Carta de uso e ocupação do solo (COS)

1. Enquadramento: A Carta de Uso e Ocupação do Solo (COS)

COS1990

- Interpretação visual de fotografia aérea analógica
- Produzida por diferentes grupos regionais
- A cartografia tem problemas temáticos e geométricos significativos que impossibilitam uma análise de dinâmicas de uso e ocupação do solo
- A DGT está a melhorar a qualidade da COS1990 de modo a poder integrá-la com os outros produtos COS
- A nova versão deverá ficar pronta em 2019

1. Enquadramento: A Carta de Uso e Ocupação do Solo (COS)

COS1995

COS2007

COS2010

- Produzidas por interpretação visual de ortofotomapas digitais
- Pouca utilização de dados auxiliares
- Produzidas por adjudicação ao sector privado
- Melhoradas pela DGT para garantir a coerência espaciotemporal com outros produtos nacionais (e.g. Inventário Florestal Nacional)
- Cartografia financiada pelo Fundo Português de Carbono
- A APA utiliza a COS para reporte no âmbito de programas/iniciativas internacionais (e.g. Protocolo de Quioto)

1. Enquadramento: A Carta de Uso e Ocupação do Solo (COS)

COS2015

- A DGT decidiu começar a produção *in-house* (como no projeto CORINE Land Cover)
- Produzida por interpretação visual de imagem aérea
- Uso intensivo de dados auxiliares
- Processamento automático de imagens de satélite para identificar alterações de ocupação/uso do solo
- Produção simultânea da COS2015 e de uma nova versão da COS2010 melhorada
- Novas versões da COS2007 e da COS1995 são produzidas por retro-propagação da nova versão da COS2010 (*downdating*) – metodologia similar à que é aplicada no CORINE Land Cover

A aplicação de novas metodologias e o envolvimento de uma equipa qualificada permitiram a produção da COS2015 em 14 meses.

Todas as edições da COS estão atualmente a ser disponibilizadas sem custos pela DGT

2. Especificações técnicas



- O espaço está dividido em unidades de paisagem (UP), **Polígonos**
- Partilha dos conceitos de uso e ocupação do solo
- UMC: 1 ha, Distância Mínima entre linhas: 20m
- Exactidão posicional: melhor ou igual a 5,5m



- Cada polígono está classificado apenas com um código, selecionado do nível hierárquico mais detalhado da nomenclatura
- Exatidão temática $\geq 85\%$

2. Especificações técnicas: dados auxiliares

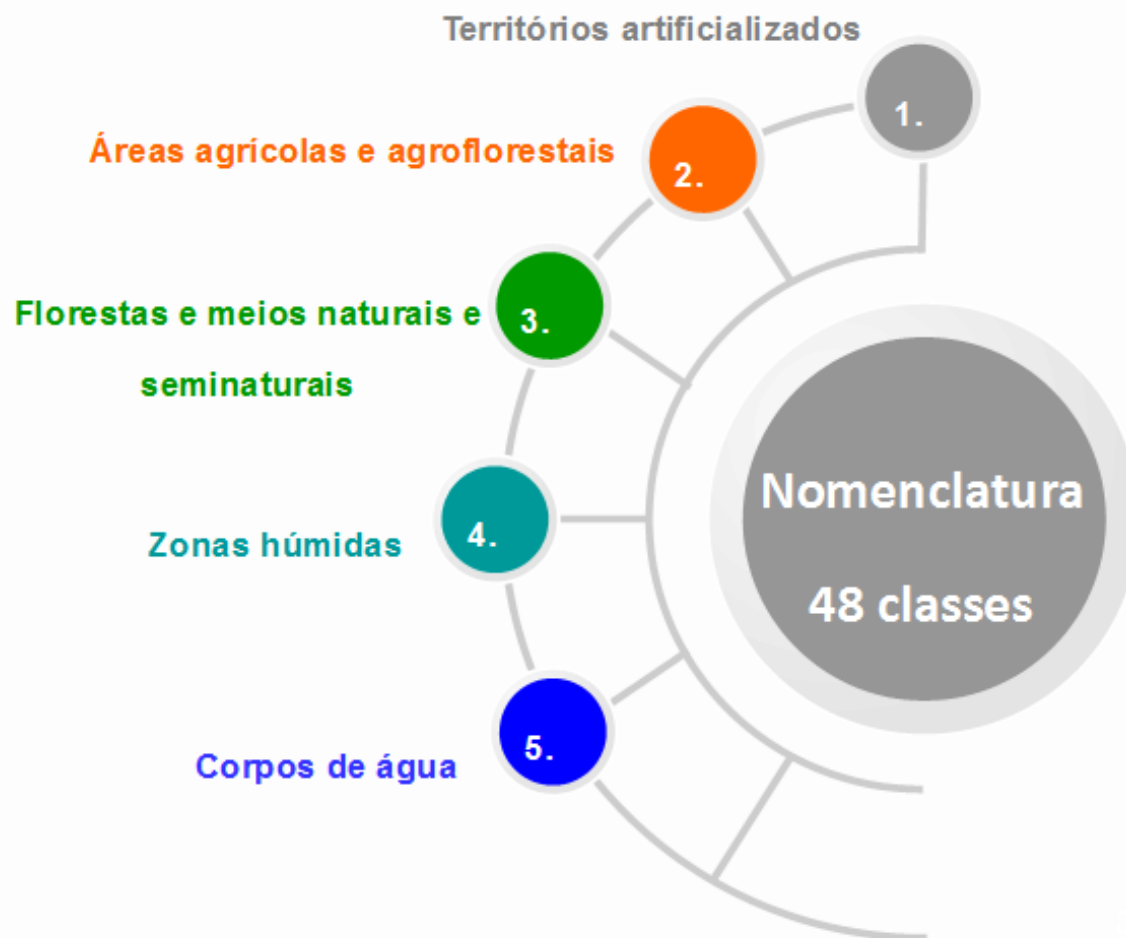
Ortofotos digitais	1995/2004- 2006/2007/2010/2012
CORINE Land Cover	1990/2000/ 2006 e 2012
Cartografia de áreas ardidas 2010-2015 (ICNF)	1990 a 2017
Parcelário (IFAP)	2010-2015
Cadastro vitivinícola (IVV)	1996-2004
Pontos de campo Lucas (EUROSTAT)	1990 - 2017
Cartografia Florestal de Eucalipto (CELPA)	1995-2000
Cadastro olivícola (IFAP)	2005
Imagens de satélite (AWiFS, LISIII, SPOT5,Landsat, Sentinel-2)	2006-2017
Google Earth,Google Maps e Street view	2006-2017
Bing Maps	

2. Especificações técnicas: nomenclatura

- A nomenclatura utilizada em cada COS é constituída por um sistema hierárquico de classes de ocupação/uso do solo, com cinco níveis.
- As nomenclaturas da COS2007 e da COS2010 têm 225 classes ao nível mais detalhado e são exatamente iguais.
- As nomenclaturas da COS1995 e da COS2015, são mais simplificadas, têm respetivamente 89 classes e 48 classes.

- A primeira versão das especificações técnicas foi elaborada em articulação com o Comité de Acompanhamento para Cartografia Temática de Ocupação do Solo (CACTOS).
- As nomenclaturas da COS são totalmente compatíveis com a nomenclatura do CORINE Land Cover
- Na definição da nomenclatura foi também feito um esforço de harmonização, em termos de definições de classes, com outras nomenclaturas de relevo internacional:
 - Temperate and Boreal Forest Resources Assessment 2000
 - Land Cover Classification System (LCCS) das Nações Unidas.
- Na definição das classes recorreu-se também à consulta de vários documentos de referência que definem com um carácter oficial determinados conceitos de ocupação/uso do solo, nomeadamente:
 - Inquérito à Estrutura das Explorações Agrícolas 2005;
 - Jornal Oficial das Comunidades Europeias - Regulamento (CE) n.º1444/2002 da Comissão, de 24 de Julho;
 - 5.º Inventário Florestal Nacional;
 - Conceitos estatísticos do Instituto Nacional de Estatística

Nomenclatura



A principal razão do menor número de classes da COS2015 quando comparada com a COS2010

Florestas de folhosas

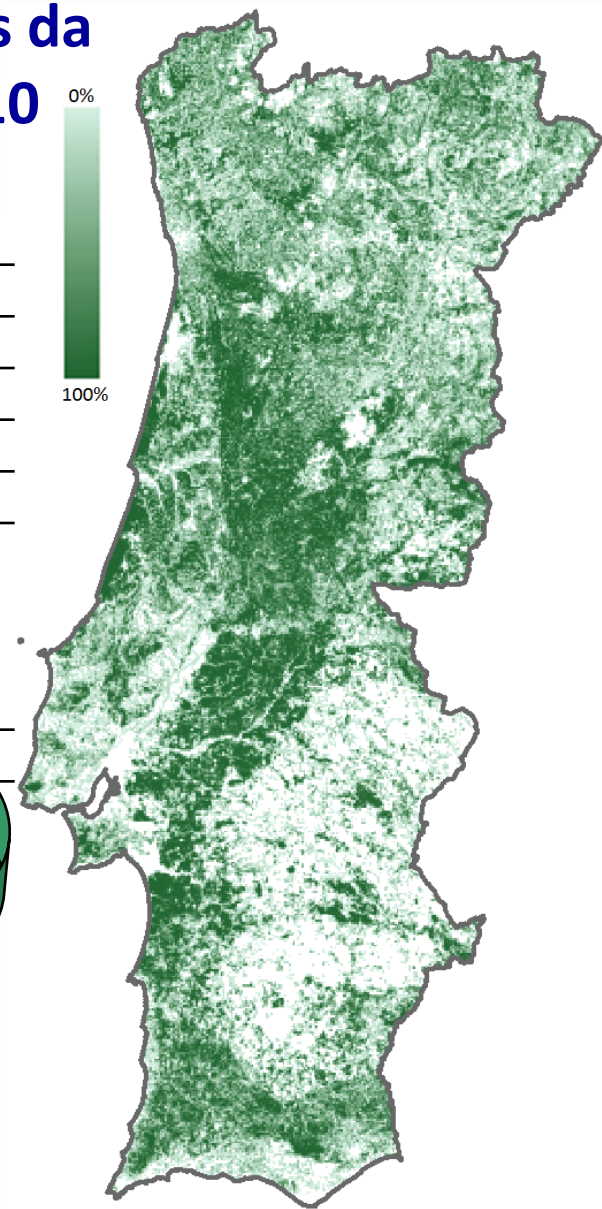
Florestas de sobreiro
Florestas de azinheira
Florestas de outros carvalhos
Florestas de castanheiro
Florestas de eucalipto
Florestas de espécies invasoras
Florestas de outras folhosas

Florestas de resinosas

Florestas de pinheiro bravo
Florestas de pinheiro manso
Florestas de outras resinosas

Florestas fechadas
Florestas abertas
Cortes rasos
Novas plantações
Áreas ardidas

0%
100%



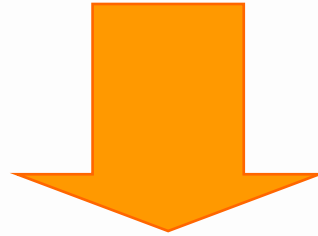
3. Metodologia de produção

3. Metodologia de produção: melhoramentos da COS produzida pelo sector privado

Etapas do melhoramento da COS1995, COS2007 e COS2010:

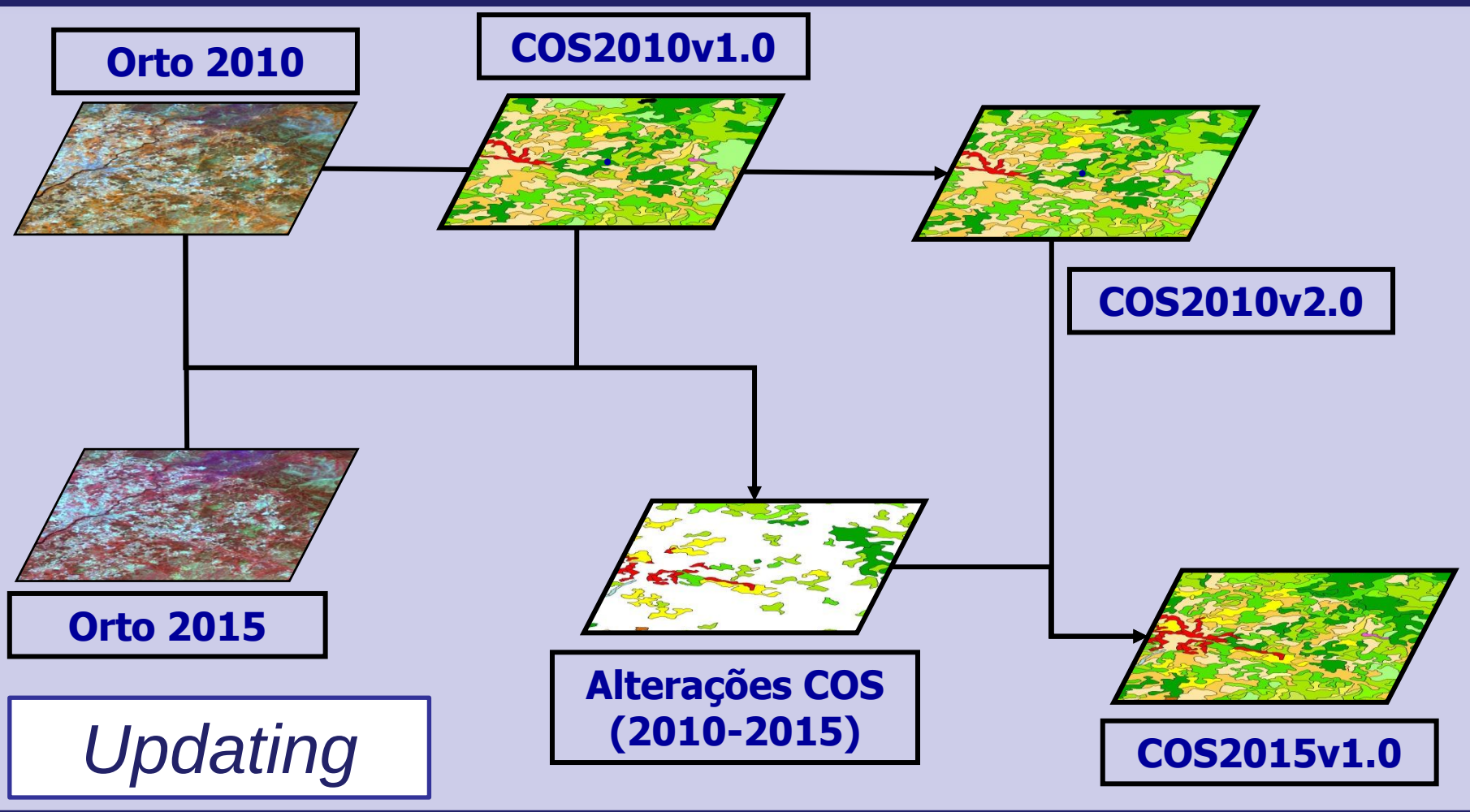
1. Correção das inconsistências detetadas em dinâmicas entre 2007 e 2010 em toda a área do lote Norte do procedimento concursal;
2. Detecção e correção de inconsistências entre a COS2010, CORINE Land Cover 2012 (CLC2012) e Inventário Florestal Nacional 2010 (IFN6);
3. Reinterpretação de áreas de Pinheiro-bravo na COS que arderam uma ou mais vezes no período de 1995 e 2009 e que apresentam uma sequência de classificação na COS 1995, 2007 e 2010 improvável;
4. Detecção e correção de inconsistências da COS2010 e do Inventário Florestal Nacional 1965/78 (IFN70);
5. Análise e correção de transições improváveis entre 1995-2007, 2007-2010 e 1995-2007-

3. Metodologia de produção



- Para além do aumento da exatidão temática, os procedimentos permitiram aumentar a consistência temporal e geométrica da COS para 1995, 2007 e 2010.
- Por outro lado, o melhoramento realizado aumenta a concordância da COS com outras iniciativas de caracterização de ocupação do solo, e.g. a Carta CORINE Land Cover e o Inventário Florestal Nacional.

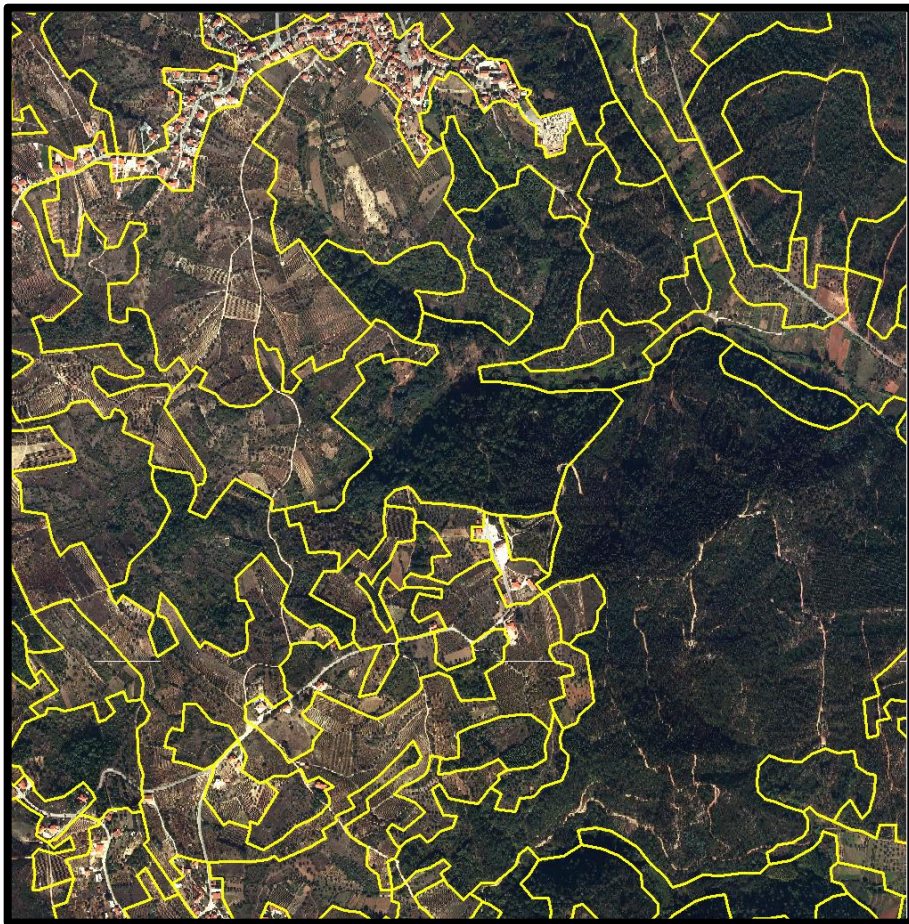
3. Metodologia de produção



- 1. Detecção de alterações (Alterações COS 2010-2015)
- 2. Revisão da COS2010v1.0 dando origem à COS2010v2.0

3. Metodologia de produção

$$\text{COS2015} = \text{COS2010} + \text{Alterações 2010-2015}$$



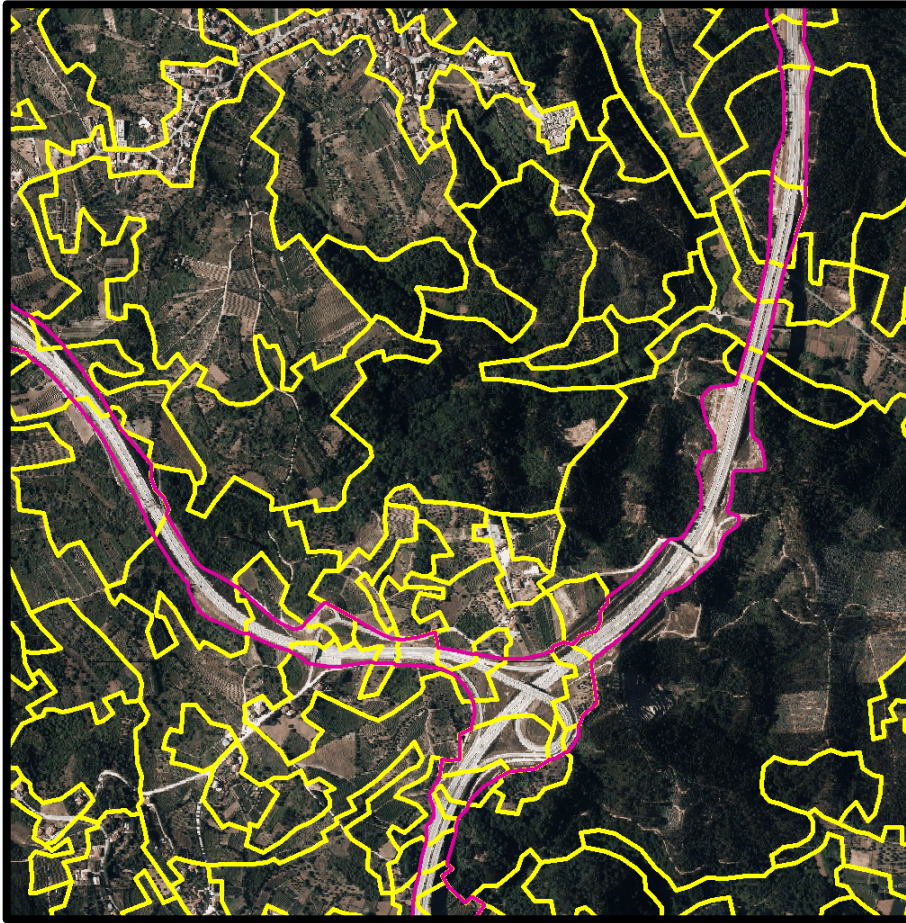
COS2010



Alterações 2010-2015

3. Metodologia de produção

Sobreposição das alterações



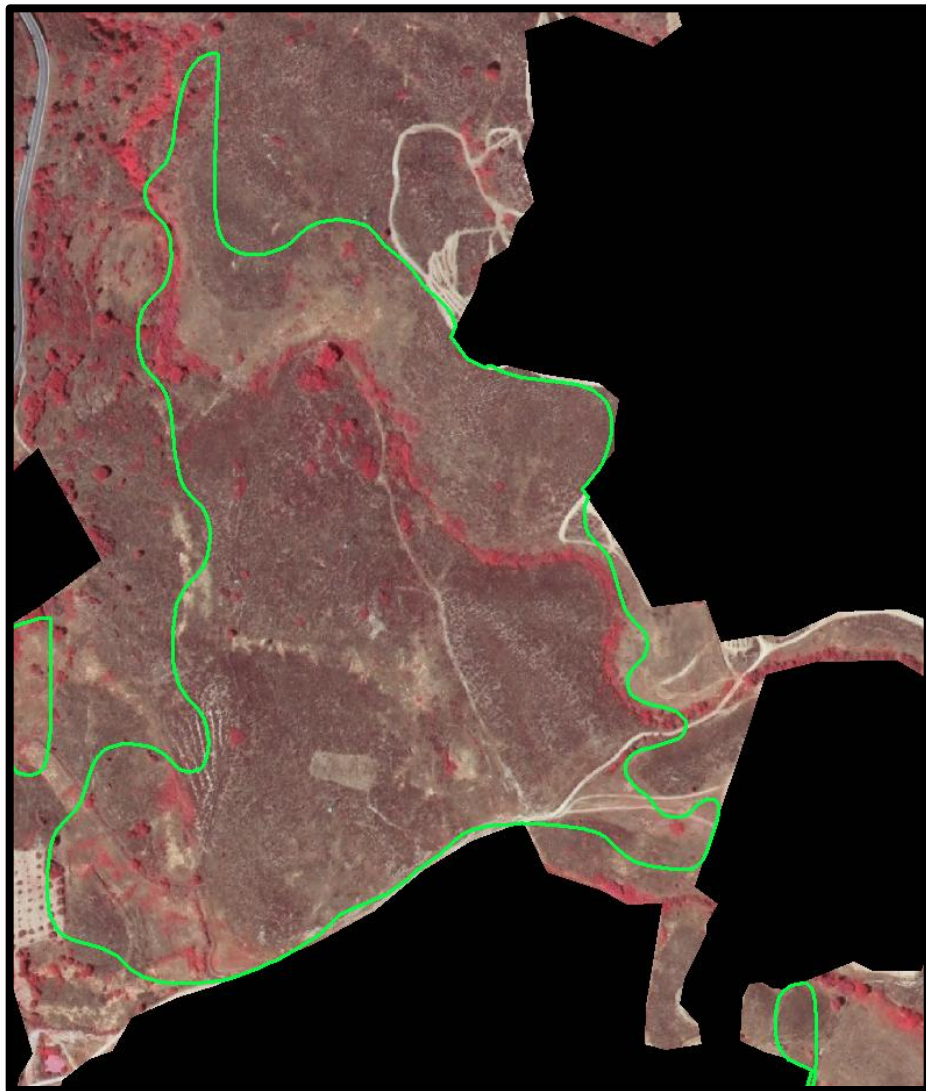
Generalização



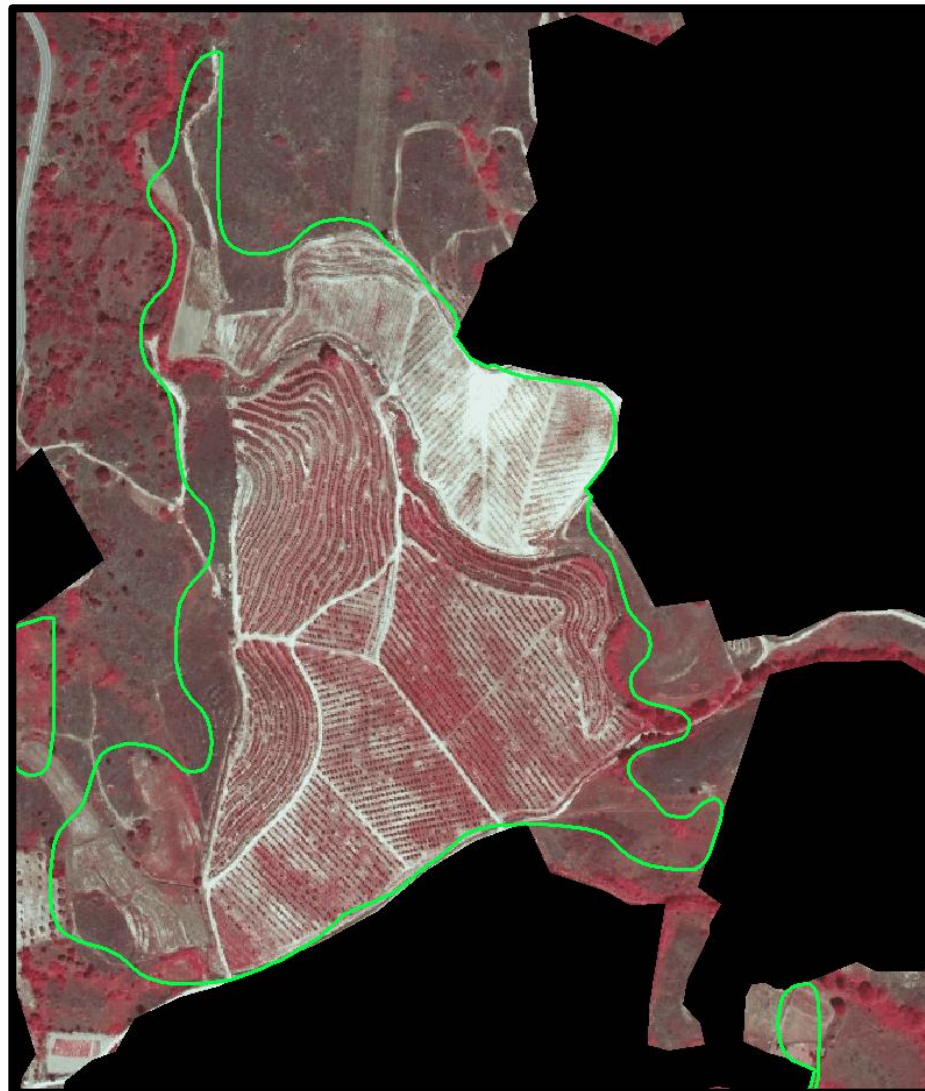
3. Metodologia de produção

Foram introduzidos novos procedimentos que permitiram tornar a produção mais eficiente. Estes procedimentos basearam-se no processamento automático de imagens de satélite, desenvolvidos e testados no âmbito de protocolos de colaboração DGT-INE e do projeto LCLU-STATS (DGT e INE) financiado pelo EUROSTAT .

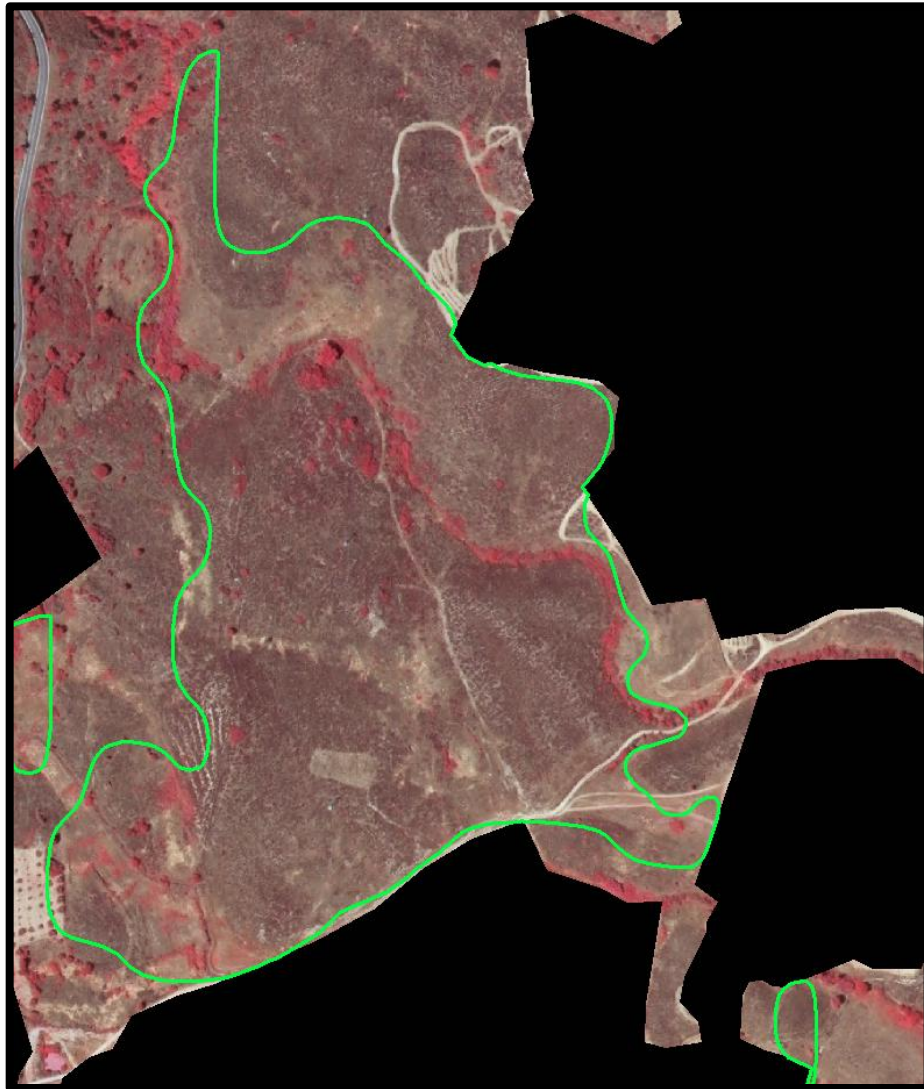
Orto 2010



Orto 2015



Orto 2010



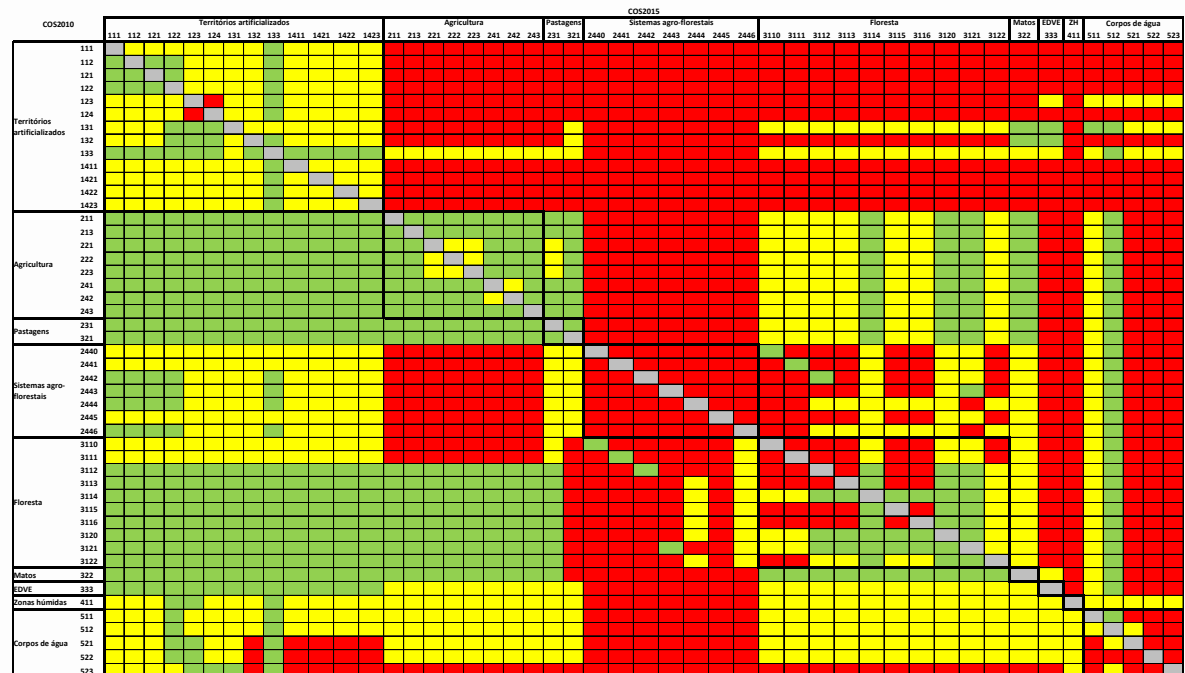
Orto 2015



3. Metodologia de produção

Controlo de qualidade - Verificação:

1) Matriz de transições raras e impossíveis;



2) Inconsistências nas fronteiras entre unidades de trabalho

3) Análise visual para identificar omissões e comissões nas alterações

3. Metodologia de produção

Controlo de qualidade – Topologia e estrutura:

Especificação formal:

- 1) Nome do ficheiro
- 2) Definição dos atributos
- 3) Sistema de coordenadas (CRS)

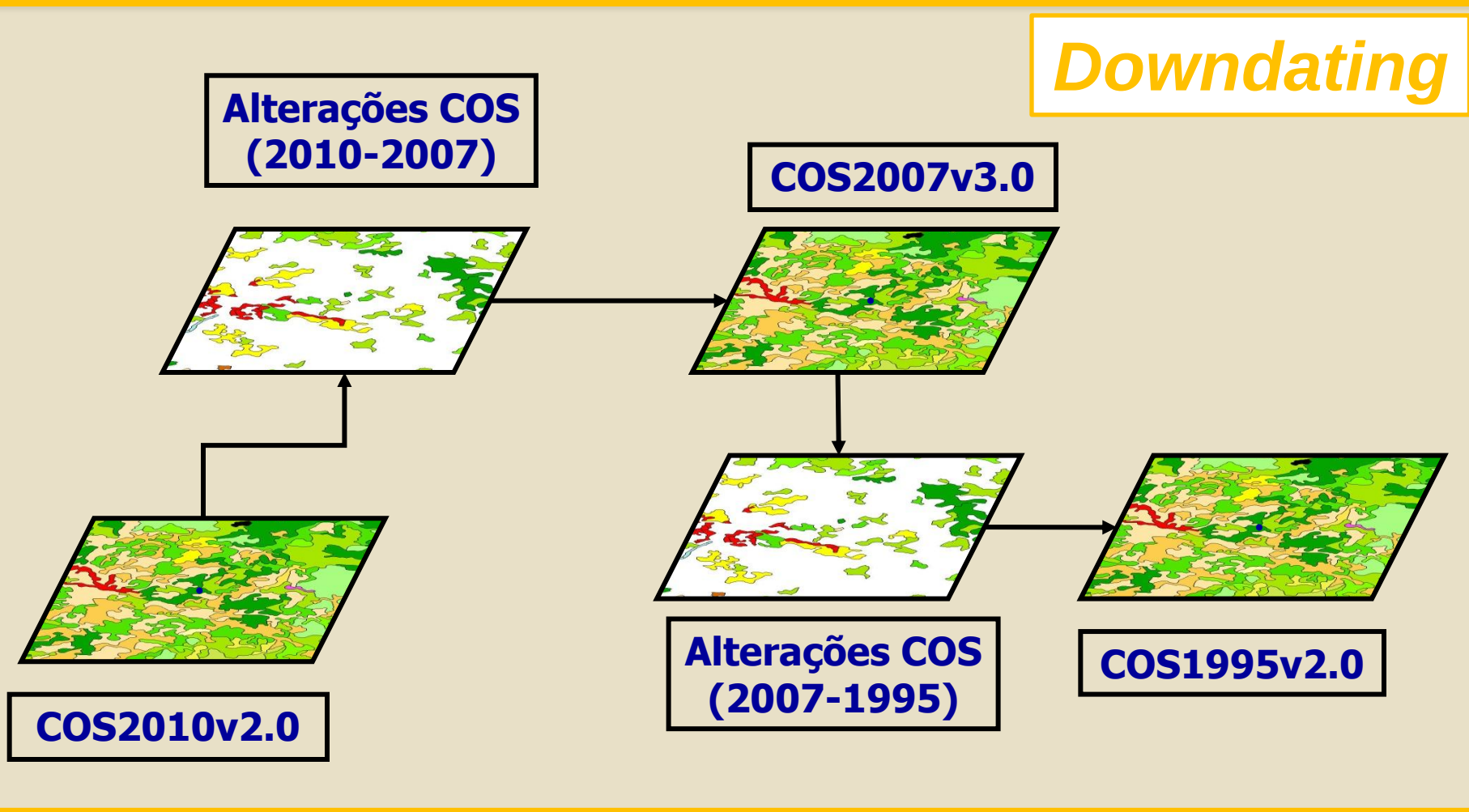
Especificação dos polígonos:

- 1) Unidade mínima cartográfica (UMC)
- 2) Identificador único
- 3) Validação de códigos

Especificação topológica:

- 1) Sem *self-crossing* entre polígonos
- 2) Sem *overlapping* entre polígonos
- 3) Sem polígonos vizinhos com o mesmo código
- 4) Sem buracos de informação
- 5) Sem polígonos *multipart*

3. Metodologia de produção



3. Metodologia de produção: Exatidão temática

Nível de detalhe da Nomenclatura	COS1995v1.0	COS2007v2.0	COS2010v1.0	COS2015v1.0
Level 1	95	97	97	96
Level 2	86	92	91	90
Level 3	83	87	86	88
Level 4	81	83	81	88
Level 5	79	79	76	83

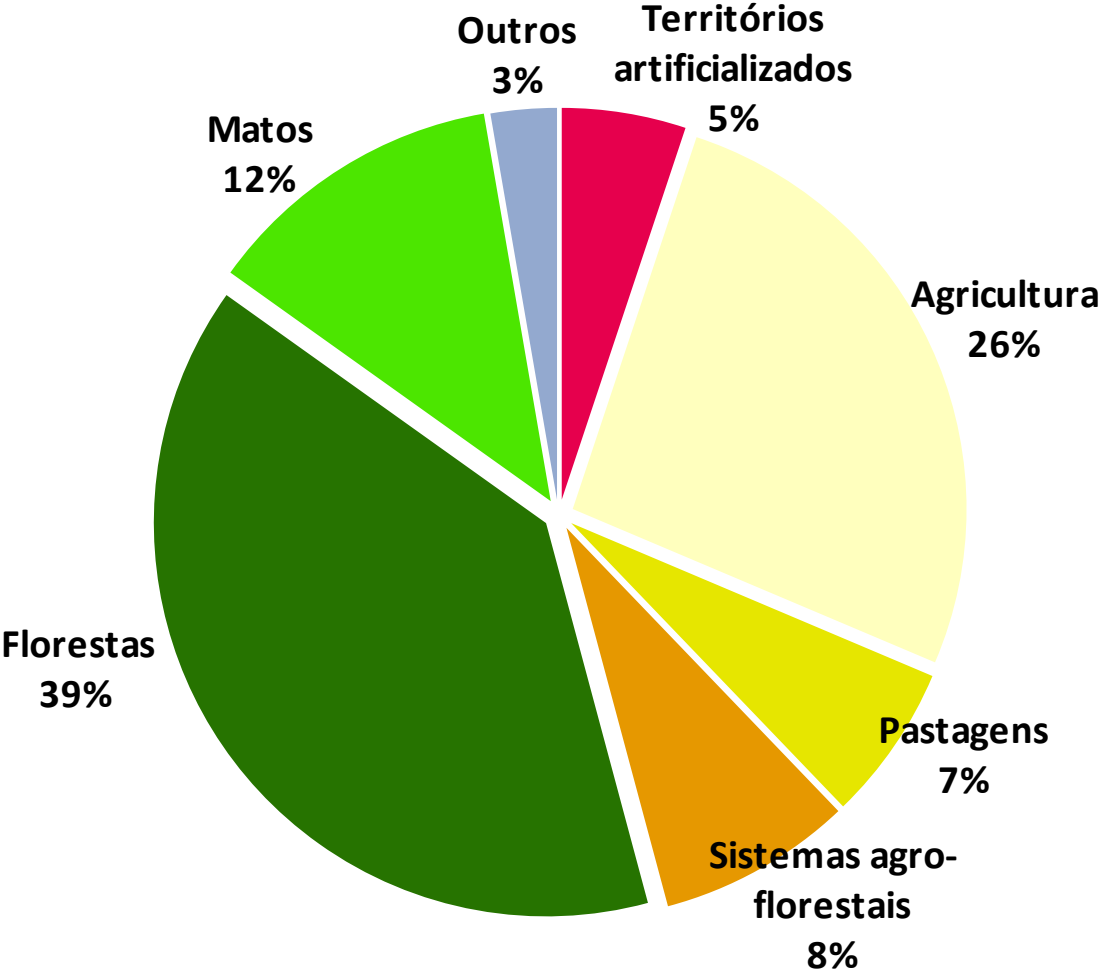
- A avaliação realizada através da comparação com uma base de dados de referência, com 900 unidades amostrais.
- A estimativa foi calculada recorrendo a um estimador ponderado pelas área de ocupação de cada classe, de modo a garantir o não envasamento dos resultados.

Resultados:

Dinâmicas de uso e ocupação do solo

4. Resultados: Dinâmicas de uso e ocupação do solo

COS 2015 - megaclassess

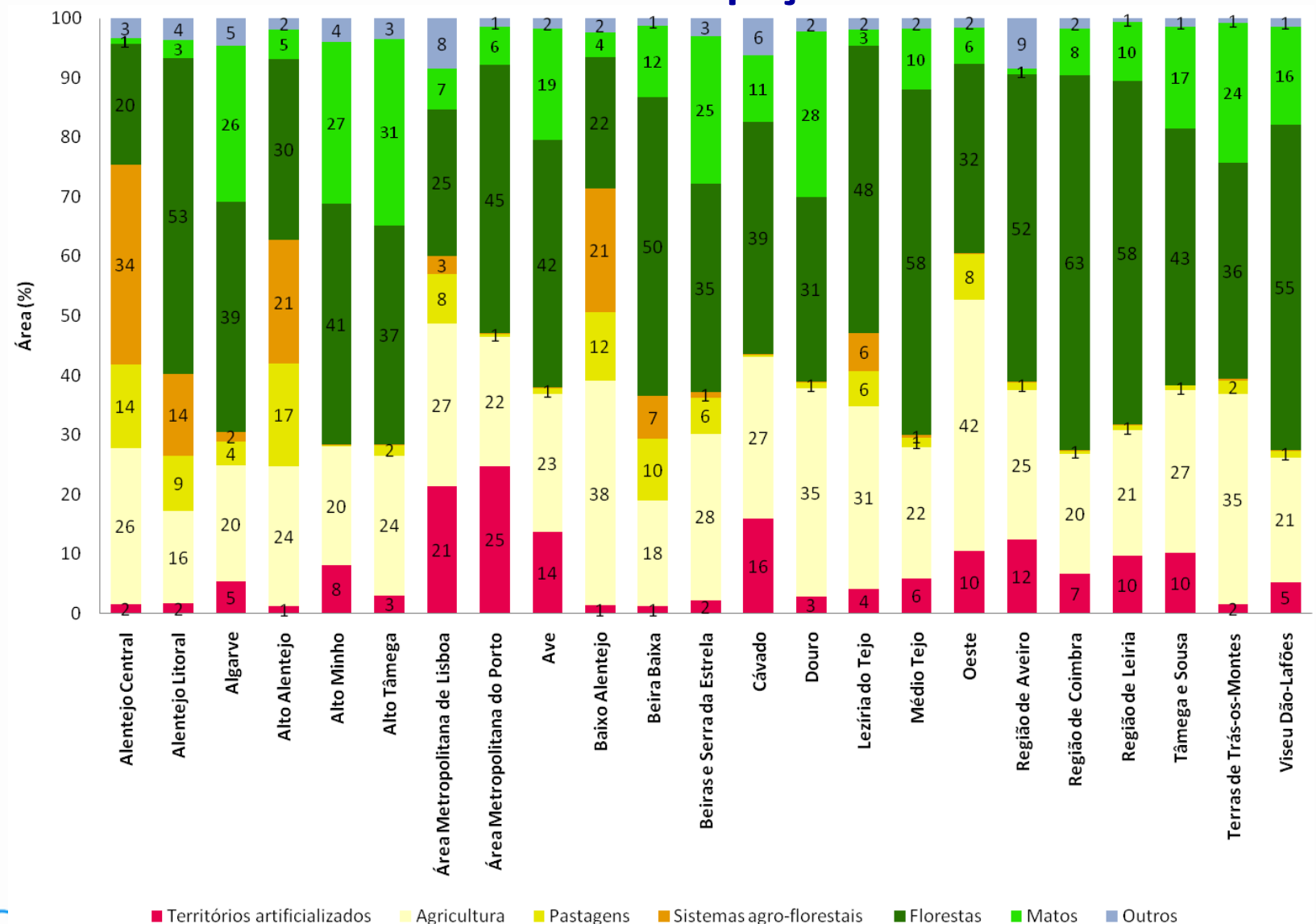


4. Resultados: Dinâmicas de uso e ocupação do solo

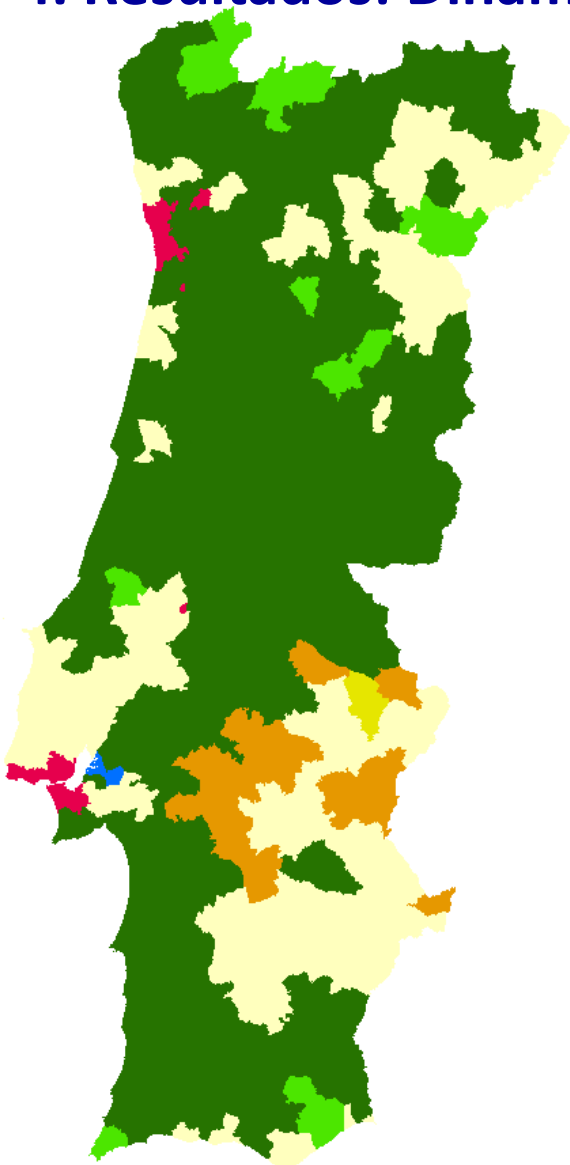
Área das Megaclasses de ocupação/uso do solo em 1995, 2007, 2010 e 2015 em hectares e em percentagem do território continental

Megaclasses de ocupação/uso do solo	COS21995		COS2007		COS2010		COS2015	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Territórios artificializados	340038	3,8	434744	4,9	448128	5,0	455494	5,1
Agricultura	2510424	28,2	2320315	26,0	2326745	26,1	2340486	26,3
Pastagens	646262	7,3	602215	6,8	588205	6,6	575197	6,5
Sistemas agro-florestais	770001	8,6	719170	8,1	716468	8,0	712481	8,0
Florestas	3286448	36,9	3473509	39,0	3469742	38,9	3478646	39,0
Matos	1150109	12,9	1123525	12,6	1122100	12,6	1105702	12,4
Espaços descobertos ou com vegetação esparsa	61266	0,7	63592	0,7	63736	0,7	63717	0,7
Zonas húmidas	26141	0,3	26348	0,3	26344	0,3	26346	0,3
Corpos de água	119531	1,3	146801	1,6	148750	1,7	152151	1,7
Total Geral	8910220	100	8910220	100	8910220	100	8910220	100

4. Resultados: Dinâmicas de uso e ocupação do solo



4. Resultados: Dinâmicas de uso e ocupação do solo

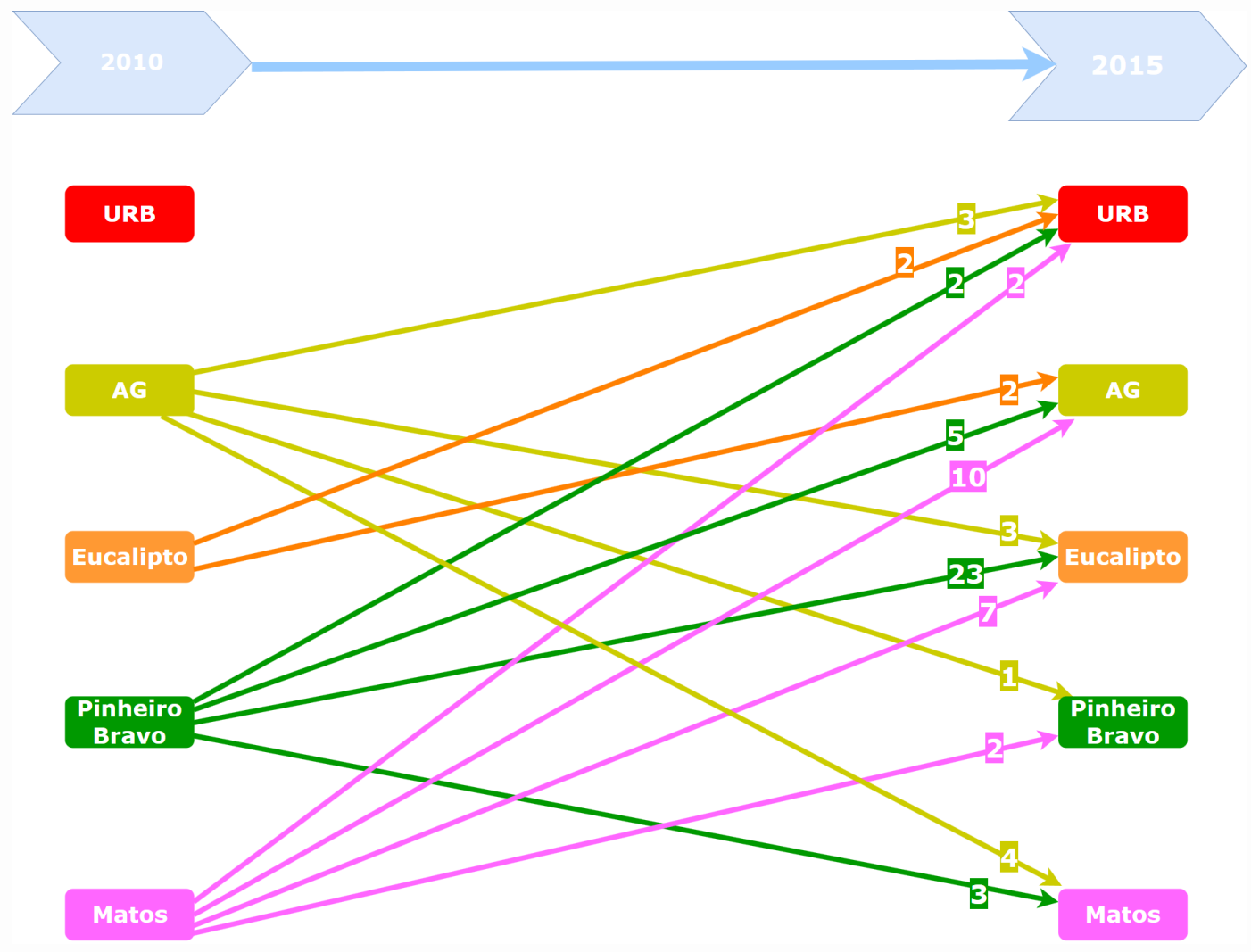


Megaclasse mais abundante por município na COS2015



4. Resultados: Dinâmicas de uso e ocupação do solo

Fluxos de dinâmicas territoriais entre 2010 e 2015



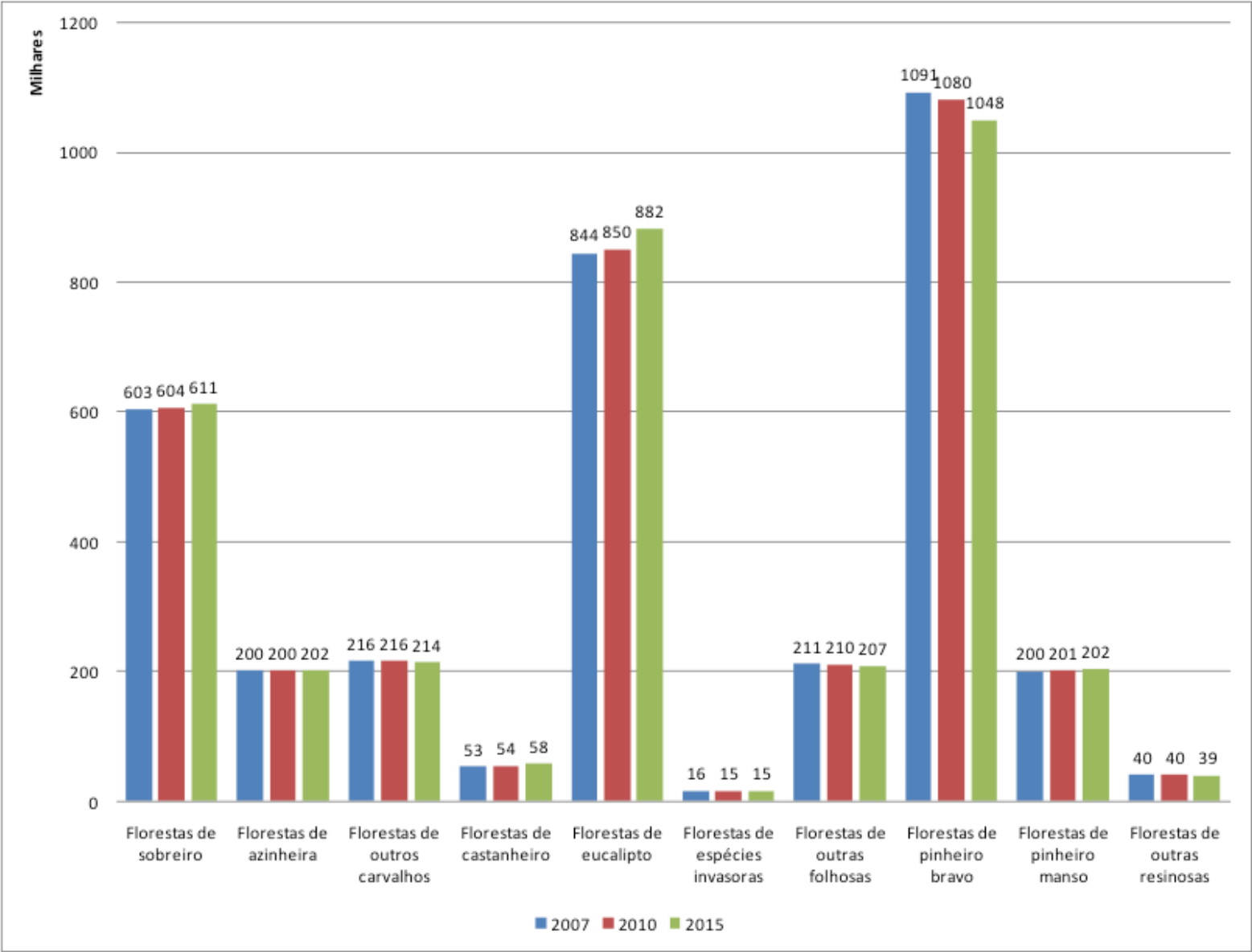
Legenda COS2015	2007	2010-2007	2010	2015-2010	2015
Tecido urbano contínuo	105695	862	106557	394	106951
Tecido urbano descontínuo	188619	1851	190469	1300	191770
Indústria, comércio e equipamentos gerais	57702	3433	61134	3568	64703
Redes viárias e ferroviárias e espaços associados	30931	2746	33677	4366	38043
Áreas portuárias	1592	14	1606	18	1624
Aeroportos e aeródromos	3998	75	4073	115	4188
Áreas de extracção de inertes	16050	878	16928	679	17608
Áreas de deposição de resíduos	1384	131	1515	134	1649
Áreas em construção	14431	2122	16553	-4346	12208
Espaços verdes urbanos	2908	170	3078	311	3389
Campos de golfe	3346	618	3964	318	4282
Outras instalações desportivas e equipamentos de lazer	5473	409	5883	450	6333
Equipamentos culturais e outros e zonas históricas	2616	75	2691	58	2749
Culturas temporárias de sequeiro e regadio	1137556	-13713	1123843	-1942	1121901
Arrozais	33368	2298	35666	1893	37559
Vinhas	189784	-2044	187741	1314	189055
Pomares	87716	327	88044	6709	94753
Olivais	400534	17635	418169	7890	426059
Pastagens permanentes	459079	-8711	450367	-13732	436635
Culturas temporárias e/ou pastagens associadas a culturas permanentes	83228	-665	82563	-1103	81460
Sistemas culturais e parcelares complexos	273980	1362	275342	-564	274778
Agricultura com espaços naturais e semi-naturais	114149	1229	115378	-458	114920
Sistemas agro-florestais de sobreiro	196558	-696	195863	-1939	193923
Sistemas agro-florestais de azinheira	395596	-1917	393679	-1756	391923
Sistemas agro-florestais de outros carvalhos	7927	-1	7926	35	7961
Sistemas agro-florestais de pinheiro manso	5136	31	5168	114	5281
Sistemas agro-florestais de outras espécies	879	3	882	-60	822
Sistemas agro-florestais de sobreiro com azinheira	103368	-111	103257	-416	102840
Sistemas agro-florestais de outras misturas	9706	-10	9695	36	9731
Florestas de sobreiro	602552	1742	604295	6812	611107
Florestas de azinheira	200269	207	200476	1264	201740
Florestas de outros carvalhos	215908	-223	215685	-1744	213941
Florestas de castanheiro	53400	360	53760	4277	58037
Florestas de eucalipto	843807	5935	849743	32279	882022
Florestas de espécies invasoras	15638	-222	15416	-117	15298
Florestas de outras folhosas	210824	-1008	209815	-2982	206834
Florestas de pinheiro bravo	1091245	-11659	1079586	-31661	1047925
Florestas de pinheiro manso	199758	1097	200855	1454	202308
Florestas de outras resinosas	40108	4	40112	-678	39434
Vegetação herbácea natural	143136	-5298	137838	724	138562
Matos	1123525	-1425	1122100	-16399	1105702
Espaços descobertos ou com pouca vegetação	63592	143	63736	-19	63717
Zonas húmidas	26348	-4	26344	1	26346
Cursos de água	27243	227	27470	-270	27200
Planos de água	84546	1729	86275	3674	89948
Lagoas costeiras	8017	-3	8014	0	8014
Desembocaduras fluviais	26187	-4	26183	-4	26180
Oceano	808	0	808	0	808
Total	8910220	-	8910220	-	8910220

4. Resultados: Dinâmicas de uso e ocupação do solo

Área (ha) das classes COS em 2010 e 2015 e variações entre 2007 e 2010 e entre 2010 e 2015

4. Resultados: Dinâmicas de uso e ocupação do solo

Áreas de Floresta ocupadas por espécie em 2007, 2010 e 2015



Desenvolvimentos futuros

5. Desenvolvimentos futuros

1. Reactivação do Grupo de Trabalho de Acompanhamento da Carta de Ocupação do Solo

- enquadramento: GT da Comissão Nacional Para o Território, convidando-se entidades externas (e.g. INE)
- Revisitar e articular conceitos da COS com os de outros instrumentos e programas (e.g. IFN, Parcelário, estatísticas territoriais do INE)

2. Produção da COS2018 em 2019

- seguir-se-á o mesmo paradigma da COS2015: produção in house, verificação e controlo de qualidade
- a COS2018 será disponibilizada sem custos

3. Continuar a promover o desenvolvimento e utilização de algoritmos de processamento digital de imagens de satélite para acelerar o processo de produção da COS e aumentar o detalhe temático

4. A DGT está em articulação com o INE na definição do documento metodológico referente a uma operação estatística que tem como base a informação produzida no âmbito da COS.