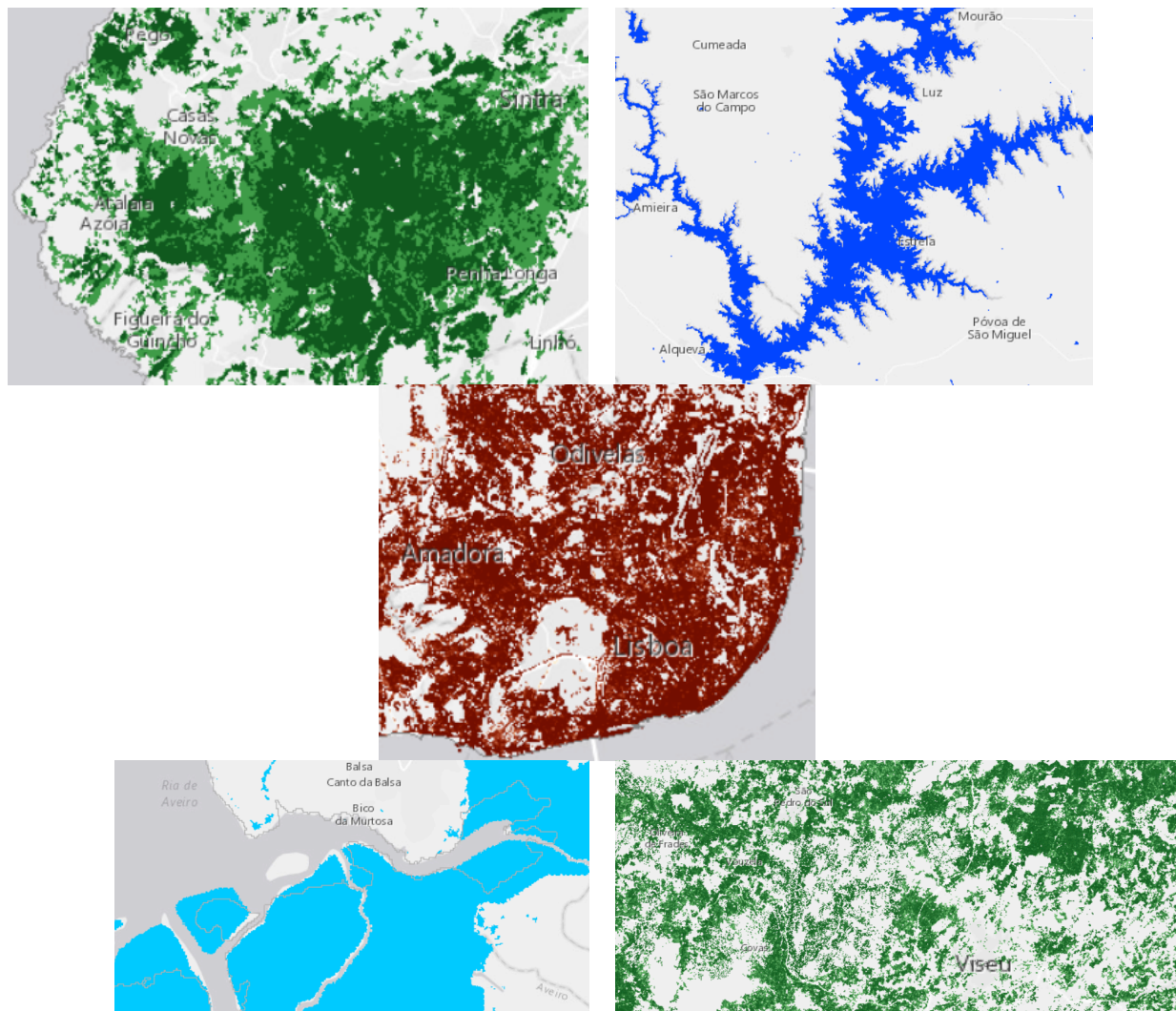


Temas de Grande Resolução (HRLs) 2012 do programa *Copernicus* para Portugal Continental



Filipe Marcelino, Pedro Sarmiento, Giselda Monteiro e Mário Caetano
Novembro, 2015

European Environment Agency



Copernicus

d.gTerritório

Resumo

Este documento descreve os Temas de Grande Resolução (*High-Resolution Layers* – HRLs) para Portugal Continental produzidos pela Agência Europeia do Ambiente (EEA) no âmbito da componente pan-Europeia do serviço de monitorização do meio terrestre do programa Europeu *Copernicus*. Ao contrário da cartografia CORINE Land Cover (CLC) os HRLs são produzidos e disponibilizados em formato raster.

Este documento descreve os cinco HRLs agora disponibilizados: Grau de Impermeabilidade 2012, Grau de Coberto Florestal 2012, Tipo de Floresta 2012, Zonas Húmidas 2006–2009–2012 e os Corpos de Água Permanentes 2006–2009–2012. O documento inclui um resumo da avaliação da exatidão de três HRLs, i.e. Grau de Impermeabilidade 2012, Grau de Coberto Florestal 2012, Tipo de Floresta 2012.

A DGT considera que os HRLs Grau de Impermeabilidade 2012 e Grau de Coberto Florestal 2012 têm boa qualidade, uma vez que o erro médio absoluto é inferior a 15%. No entanto, o HRL Tipo de Floresta tem erros específicos elevados, o que pode limitar a sua utilização.

Palavras-chave: Agência Europeia do Ambiente, Direção-Geral do Território, HRLs, Portugal, Ocupação do solo.

Índice

Resumo	iii
Índice de Tabelas	vii
Acrónimos	ix
1 Introdução	1
2 Os Temas de Grande Resolução (HRLs) Pan-europeus	3
3 Características técnicas	5
3.1 HRL Grau de Impermeabilidade 2012	6
3.2 HRL Grau de Coberto Florestal 2012	7
3.3 HRL Tipo de Floresta 2012	7
3.4 HRL Zonas Húmidas 2006–2009–2012	7
3.5 HRL Corpos de Água Permanentes 2006–2009–2012	8
4 Avaliação da exatidão de alguns HRLs para Portugal Continental	9
5 Conclusão	11
Bibliografia	13

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Características técnicas dos Temas de Grande Resolução (HRLs).	5
Tabela 2 – Elementos do HRL de Grau de Impermeabilidade 2012.....	6
Tabela 3 – Elementos do HRL de Grau de Coberto Florestal 2012	7
Tabela 4 – Elementos do HRL de Zonas Húmidas 2006–2009–2012	7
Tabela 4 – Elementos do HRL de Corpos de água permanentes 2006–2009–2012	8
Tabela 5 – Resultados obtidos na avaliação da exatidão dos HRLs Grau de Impermeabilidade 2012 e Grau de Coberto Florestal 2012	9
Tabela 6 – Área das classes de ocupação do solo no HRL Tipo de Floresta em percentagem (N_h), e intervalos de confiança a 95% da percentagem de área ocupada pelas classes de ocupação do solo na referência (N_g). Exatidão global (P), exatidão do utilizador (P_h), exatidão do produtor (P_g). A precisão absoluta é representada por d . ..	9
Tabela 7 – Matriz de erro para o HRL Tipo de Floresta, em que os valores dentro da matriz representam a percentagem estimada de acordo entre as classes de ocupação do solo do HRL Tipo de Floresta e as classes de ocupação do solo dos dados de referência..	10

Acrónimos

CLC – *CORINE Land Cover*

EEA – *European Environmental Agency* (Agência Europeia do Ambiente)

d – Precisão absoluta

DGT – Direção-Geral do Território

FAO – *Food and Agriculture Organization of the United Nations*

GIO – *GMES/Copernicus Initial Operations*

GMES – *Global Monitoring for Environment and Security*

HRL – *High Resolution Layer*

MAE – Erro médio absoluto

NRC Land Cover PT – *National Reference Centre for Land Cover Portugal*

N_g – Área ocupada pela classe de ocupação do solo na referência

N_h – Área ocupada pela classe de ocupação do solo no mapa

P – Exatidão global

P_g – Exatidão do produtor

P_h – Exatidão do utilizador

PT – Portugal

r – Coeficiente de correlação de Pearson

r^2 – Coeficiente de determinação

RMSE – Erro médio quadrático

SAF – Sistema Agro-Florestal

1 Introdução

Os Temas de Grande Resolução (*High-Resolution Layers* – HRLs) surgem no âmbito do programa Europeu GMES/Copernicus Initial Operations (GIO) Land Monitoring 2011–2013¹. O programa *Copernicus* (anteriormente conhecido por GMES – *Global Monitoring for Environment and Security*) tem por missão estabelecer a capacidade Europeia de observação da Terra. Deste modo, para complementar a informação existente, nomeadamente o projecto CORINE Land Cover (CLC), surgem agora cinco HRLs com informação relativa à ocupação do solo (Land Cover).

Os temas foram produzidos para o ano de referência de 2012 e são:

- 1) Grau de Impermeabilidade 2012 (*Degree of imperviousness* 2012);
- 2) Grau de Coberto Florestal 2012 (*Tree cover density* 2012);
- 3) Tipo de Floresta 2012 (*Forest type* 2012);
- 4) Zonas Húmidas 2006–2009–2012 (*Wetlands* 2006–2009–2012);
- 5) Corpos de Água Permanentes 2006–2009–2012 (*Permanent water bodies* 2006–2009–2012).

Este documento está organizado em quatro capítulos, incluindo esta introdução, a produção dos HRLs, as características dos HRLs, e os resultados da validação temática de alguns HRLs para Portugal Continental (Sarmiento *et. al.*, 2015).

¹ <http://land.copernicus.eu/pan-european/high-resolution-layers/view>

2 Os Temas de Grande Resolução (HRLs) Pan-europeus

Os HRLs são mapas em formato *raster* com *pixels* de 100m e cobrem 39 países da Europa para o ano de referência de 2012. Estes mapas foram produzidos com base nas imagens de satélites também utilizadas para produzir a Cartografia CORINE Land Cover 2012 (CLC2012), i.e. IRS-P6/Resourcesat-2, SPOT 4/5 e RapidEye (IMAGE2012²).

A produção dos HRLs esteve sob orientação da Agência Europeia do Ambiente (EEA) que, contrariamente ao que acontece no Projeto CLC, optou por um método de produção centralizado, atribuindo a um consórcio selecionado por um procedimento concursal a responsabilidade da produção dos HRLs.

A DGT avaliou a exatidão temática de alguns HRLs para Portugal Continental (ver capítulo 4).

²<http://land.copernicus.eu/pan-european/high-resolution-image-mosaic/high-resolution/Image%202012/view>

3 Características técnicas

Este capítulo descreve em detalhe as características individuais de cada HRL e a sua relevância. Os HRLs foram produzidos a partir de imagens de satélite de grande resolução através de uma combinação de tratamento automático e regras específicas de classificação. Por decisão da EEA os produtos finais disponibilizados são de 100m e foram derivados de HRLs de 20 m produzidos diretamente a partir das imagens de satélite. A Tabela 1 sintetiza a informação referente a cada tema.

Tabela 1 – Características técnicas dos Temas de Grande Resolução (HRLs).

Temas de Grande Resolução (HRLs)	Descrição	Projecção	Codificação
Grau de Impermeabilidade 2012	Este produto mapeia o coberto do solo ocupado com materiais impermeáveis de tipo urbano e/ou infraestruturas de construção (1% a 100%)	Portugal Continental: ETRS89/PT-TM06	0: Áreas permeáveis 1–100: Grau de impermeabilidade (%) 254: Inclassificável 255: Fora da Área
Grau de Coberto Florestal 2012	Este produto mapeia a percentagem da área coberta por copas de árvores (1% a 100%).	Portugal Continental: ETRS89/PT-TM06	0: Áreas sem coberto florestal 1–100: Grau de coberto florestal (%) 254: Inclassificável 255: Fora da Área
Tipo de Floresta 2012	Este produto mapeia os tipos de floresta de acordo com as regras da <i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i> (FAO)	Portugal Continental: ETRS89/PT-TM06	0: Área sem floresta 1: Floresta de folhosas 2: Floresta de resinosas 3: Floresta mista 254: Inclassificável 255: Fora da Área
Zonas Húmidas 2006–2009–2012	Este produto mapeia as zonas húmidas de ocorrência permanente	Portugal Continental: ETRS89/PT-TM06	0: Áreas sem zonas húmidas 1–100: Zonas húmidas (%) 254: Inclassificável 255: Fora da Área
Corpos de Água Permanentes 2006–2009–2012	Este produto mapeia os corpos de água de ocorrência permanente	Portugal Continental: ETRS89/PT-TM06	0: Área sem corpos de água 1–100: Corpos de água permanentes 254: Inclassificável 255: Fora da Área

3.1 HRL Grau de Impermeabilidade 2012

Este tema já tinha sido produzido para o ano de 2006 (Caetano *et. al.*, 2008) e 2009 pelo Consórcio Geoland-2³, e está agora disponível para 2012. Os temas serão a muito curto prazo recalculados pela EEA para garantir a sua consistência temporal. O valor de impermeabilidade varia entre 1–100% consoante a área coberta pelos elementos descritos na Tabela 2. Esta tabela descreve também os elementos que não estão incluídos neste HRL.

Tabela 2 – Elementos do HRL de Grau de Impermeabilidade 2012

Elementos incluídos no HRL de Grau de Impermeabilidade 2012	Elementos excluídos no HRL de Grau de Impermeabilidade 2012
• Áreas de habitação • Aeroportos, portos, estações ferroviárias, estacionamento • Zonas industriais, zonas comerciais, fábricas • Parques de diversão (excluindo áreas verdes associadas) • Áreas em construção envoltas por estruturas impermeáveis • Instalações agrícolas • Outras superfícies com áreas impermeáveis que fazem parte de categorias difusas, por exemplo, hortas urbanas, cemitérios, áreas desportivas (infraestruturas visíveis) parques de campismo (estradas, caravanas e roulotte), estradas e ferrovias associadas a outras superfícies impermeáveis) • Pontões e paredão de barragens	• Minas, pedreiras e extração de inertes • Deposição de resíduos • Áreas em construção sem aparente uso impermeável • Prados utilizados para práticas desportivas • Solo nu, rocha e vegetação esparsa • Praias, dunas e areais • Glaciares, neves e água • Linhas ferroviárias

³ <http://www.copernicus.eu/projects/geoland2>

3.2 HRL Grau de Coberto Florestal 2012

O valor de cada *pixel* deste tema traduz a percentagem da sua área no terreno coberta por copas de árvores para o ano de 2012. A Tabela 3 identifica os elementos presentes neste HRL.

Tabela 3 – Elementos do HRL de Grau de Coberto Florestal 2012

Elementos incluídos no HRL Grau de Coberto Florestal 2012	Elementos excluídos no HRL Grau de Coberto Florestal 2012
• Árvores folhosas permanentes/não permanentes, árvores coníferas e árvores esclerófitas • Pomares, olivais, frutas e outras plantações de árvores, sistemas agro-florestais, viveiros florestais e regeneração de floresta • Parques e jardins arborizados • Árvores em contexto urbano • Estradas florestais, aceiros e/ou corta-fogos • Florestas danificadas (parcialmente ardidas, tempestades e pragas)	• Áreas dentro de florestas (estradas, clareiras, áreas totalmente ardidas) • Matos • Vegetação esclerófitas

3.3 HRL Tipo de Floresta 2012

Este tema consiste na identificação do tipo de floresta excluindo árvores de uso agrícola e em contexto urbano. Os Sistemas Agro-Florestais (SAFs) estão incluídos no HRL. O resultado deste tema é a identificação de florestas de folhosas, florestas de resinosas e florestas mistas.

3.4 HRL Zonas Húmidas 2006–2009–2012

O tema de Zonas Húmidas representa uma ocupação permanente de áreas húmidas durante o espaço de tempo 2006 a 2012. A Tabela 4 apresenta os elementos incluídos e excluídos neste HRL.

Tabela 4 – Elementos do HRL de Zonas Húmidas 2006–2009–2012

Elementos incluídos no HRL de Zonas Húmidas 2006–2009–2012	Elementos excluídos no HRL de Zonas Húmidas 2006–2009–2012
• Zonas húmidas associadas a corpos de água • Zonas húmidas não associadas a corpos de água • Zonas húmidas com ou sem vegetação;	• Zonas húmidas temporárias devido a derretimento de neve ou chuvas intensas • Corpos de água permanentes • Campos agrícolas (regadios e arrozais)

• Turfeiras (com presença de água à superfície) • Zonas húmidas costeiras (sapais, salinas e zonas entre-marés)	
--	--

3.5 HRL Corpos de Água Permanentes 2006–2009–2012

O HRL de Corpos de Água Permanentes utiliza a mesma metodologia descrita no tema das Zonas húmidas. Neste tema, é considerada água permanente se mais de 90% do *pixel* estiver coberto por água (inclui águas de pouca profundidade e vegetação submersa) de 2006 a 2012. A Tabela seguinte apresenta os elementos presentes no mesmo.

Tabela 4 – Elementos do HRL de Corpos de água permanentes 2006–2009–2012

Elementos incluídos no HRL de Corpos de Água Permanentes 2006–2009–2012	Elementos excluídos no HRL de Corpos de Água Permanentes 2006–2009–2012
• Lagos e lagoas permanentes (artificiais) incluindo aquicultura • Rios e canais de água permanentes • Superfícies costeiras de água (estuários)	• Oceano • Infraestruturas de tratamento de águas residuais

4 Avaliação da exatidão de alguns HRLs para Portugal Continental

A Direção-Geral do Território elaborou um estudo de avaliação da exatidão dos HRLs Grau de Impermeabilidade, Grau de Coberto Florestal e Tipo de Floresta para Portugal Continental (Sarmiento *et. al.*, 2015). Foram utilizadas duas estratégias diferentes, de acordo com o tipo de dados presente em cada HRL. Para os temas com dados contínuos (i.e. HRL Grau de Impermeabilidade 2012 e HRL Grau de Coberto Florestal 2012), foram calculados o coeficiente de correlação de Pearson (r), o coeficiente de determinação (r^2), o erro médio absoluto (MAE) e o erro médio quadrático (RMSE). Foram também elaborados gráficos de dispersão e de resíduos para cada um dos temas, que podem ser consultados em Sarmiento *et. al.* (2015). Na Tabela 5, são apresentados os principais resultados obtidos na avaliação da exatidão dos temas relativos ao Grau de Impermeabilidade e Coberto Florestal. Os resultados são muito bons, já que o erro médio absoluto para ambos os HRLs ronda os 10%.

Tabela 5 – Resultados obtidos na avaliação da exatidão dos HRLs Grau de Impermeabilidade 2012 e Grau de Coberto Florestal 2012

HRLs	r	r^2	MAE	RMSE
HRL Grau de Impermeabilidade 2012	0,87	0,75	12%	18%
HRL Grau de Coberto Florestal 2012	0,79	0,63	14%	20%

Para a avaliação da exatidão do Tema de Grande Resolução Tipo de Floresta 2012, foi elaborada uma matriz de erro para o mapa o que permitiu o cálculo da exatidão global e dos índices do utilizador e do produtor para cada classe (Sarmiento *et al.* 2015). Na Tabela 6, são apresentados os resultados obtidos para os referidos índices de exatidão, e a sua precisão, globalmente e por classe com um índice de confiança de 95%.

Tabela 6 – Área das classes de ocupação do solo no HRL Tipo de Floresta em percentagem (N_h), e intervalos de confiança a 95% da percentagem de área ocupada pelas classes de ocupação do solo na referência (N_g). Exatidão global (P), exatidão do utilizador (P_h), exatidão do produtor (P_g). A precisão absoluta é representada por d .

Classe de ocupação do solo	N_h	$N_g \in [\hat{N}_g - d(\hat{N}_g); \hat{N}_g + d(\hat{N}_g)]$	$P_h \in [\hat{P}_h - d(\hat{P}_h); \hat{P}_h + d(\hat{P}_h)]$	$P_g \in [\hat{P}_g - d(\hat{P}_g); \hat{P}_g + d(\hat{P}_g)]$
Área sem floresta	75,1	[65,7; 67,3]	[81,9; 86,9]	[94,0; 96,4]
Floresta de folhosas	15,9	[18,4; 23,0]	[66,8; 79,2]	[51,6; 61,0]
Floresta de resinosas	5,9	[6,5; 11,7]	[57,3; 70,7]	[35,3; 47,5]
Floresta mista	3,1	[0,0; 7,1]	[23,2; 35,8]	[17,8; 31,8]
Exatidão global		$P \in [\hat{P} - d(\hat{P}); \hat{P} + d(\hat{P})]$	[77,5; 81,9]	

	$\hat{P} + d(\hat{P})]$		
--	-------------------------	--	--

Uma matriz de erro também foi calculada (Tabela 7), em que os valores representam a percentagem de correspondências entre HRL e as classes de ocupação do solo de referência na área total do HRL Tipo de Floresta.

Tabela 7 – Matriz de erro para o HRL Tipo de Floresta, em que os valores dentro da matriz representam a percentagem estimada de acordo entre as classes de ocupação do solo do HRL Tipo de Floresta e as classes de ocupação do solo dos dados de referência.

		Dados de referência				N_h (%)	P_h (%)	$d(P_h)$ (%)
		Área sem floresta	Floresta de folhosas	Floresta de resinosas	Floresta mista			
HRL Tipo de Floresta	Área sem floresta	63,3	7,1	3,4	1,2	75,1	84,4	2,5
	Floresta de folhosas	2,5	11,6	1,1	0,7	15,9	73,0	6,2
	Floresta de resinosas	0,4	0,8	3,8	0,9	5,9	64,0	6,7
	Floresta mista	0,3	1,1	0,8	0,9	3,1	29,5	6,3
N_g (%)		66,5	20,7	9,1	3,7	100	P	$d(P)$
P_g (%)		95,2	56,3	41,4	24,8	79,7 2,2		
$d(P_g)$ (%)		1,2	4,7	6,1	7,0			

A Exatidão global do HRL Tipo de Floresta foi estimada em 79,7% com uma precisão absoluta de 2,2% a um nível de confiança de 95%.

5 Conclusão

Este documento descreve os HRLs do programa Europeu *Copernicus* para Portugal. Os temas produzidos para o ano de referência de 2012 são: o Grau de Impermeabilidade 2012, o Grau de Coberto Florestal 2012, o Tipo de Floresta 2012, as Zonas Húmidas 2006–2009–2012 e os Corpos de Água Permanentes 2006–2009–2012.

A DGT avaliou a exatidão temática dos produtos Grau de Impermeabilidade 2012, Grau de Coberto Florestal 2012 e Tipo de Floresta 2012 para Portugal Continental.

A DGT considera que os HRLs Grau de Impermeabilidade 2012 e Grau de Coberto Florestal 2012 têm boa qualidade, uma vez que o erro médio absoluto é inferior a 15%. No entanto, o HRL Tipo de Floresta tem erros específicos elevados, o que pode limitar a sua utilização.

Bibliografia

CAETANO M., Araújo A., Nunes V., Carrão H., 2008. Accuracy assessment of the High Resolution Built-up map for Continental Portugal, Technical report, GDR-IGP.

LANGANKE T., 2015. GIO land (GMES/Copernicus initial operations land) High Resolutions Layers (HRLs) - summary of product specifications, EEA.

SARMENTO P., Marcelino F., Monteiro G., Schmedtmann J., Caetano M., 2015. Accuracy assessment of Copernicus program 2012 High-Resolution Layers for Continental Portugal, Technical report, DGT.