

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/357812218>

Modelos de combustível florestal para Portugal – Documento de referência, versão de 2021

Technical Report · January 2022

CITATION

1

READS

721

2 authors, including:



[Paulo Fernandes](#)

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

462 PUBLICATIONS 9,723 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Departamento de Ciências
Florestais e Arquitetura Paisagista

utad



Modelos de combustível florestal para Portugal
Documento de referência, versão de 2021

Paulo Fernandes, Carlos Loureiro

Financiado pelo projeto POCI/AGR/61164/2004

FCT Fundação para a Ciéncia e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÉNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

Ciéncia.Inovação 2010 Programa Operacional Ciéncia e Inovação 2010
MINISTÉRIO DA CIÉNCIA, INOVAÇÃO E ENSINO SUPERIOR

1. Descrição e aplicabilidade dos modelos de combustível florestal para Portugal

Grupo	Modelo	Nº Farsite	Descrição do complexo combustível	Aplicabilidade
Folhada (F)	F-RAC	214	Folhada muito compacta de coníferas com agulha curta. Carga de combustível fino: 4-6 (t/ha)	Povoamentos de <i>Pseudotsuga</i> , <i>Cedrus</i> , <i>Cupressus</i> , <i>Chamaecyparis</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>P. nigra</i> . Formações maduras de <i>Acacia dealbata</i> .
	F-FOL	212	Folhada compacta de folhosas com folha caduca ou perene. Carga de combustível fino: 2-5 (t/ha)	Povoamentos de carvalho, castanheiro, videoiro e faia. Sobreiral e azinhal densos, medronhal e acacial (excepto <i>A. dealbata</i>).
	F-PIN	213	Folhada de pinhais de agulha média a longa. Carga de combustível fino: 4-7 (t/ha)	Pinhais de <i>P. pinaster</i> , <i>P. pinea</i> , <i>P. halepensis</i> , <i>P. radiata</i> .
	F-EUC	211	Folhada de eucalipto. Carga de combustível fino: 4-6 (t/ha)	Eucaliptal.
Folhada e vegetação (M)	M-CAD	221	Folhada de folhosas caducifólias com sub-bosque arbustivo, usualmente com bastante combustível vivo. Carga de combustível fino: 8-17 (t/ha)	Povoamentos de carvalho, castanheiro, videoiro e faia.
	M-ESC	222	Folhada de folhosas esclerófilas com sub-bosque arbustivo. Carga de combustível fino: 7-17 (t/ha)	Sobreiral e azinhal.
	M-PIN	227	Folhada de pinheiro de agulha média a longa com sub-bosque arbustivo. Carga de combustível fino: 8-18 (t/ha)	Pinhais de <i>P. pinaster</i> , <i>P. pinea</i> , <i>P. halepensis</i> , <i>P. radiata</i> .
	M-EUC	223	Folhada de eucalipto com sub-bosque arbustivo.	Eucaliptal.

			Carga de combustível fino: 9-18 (t/ha)
M-EUCd	224	Folhada descontínua de eucalipto com ou sem sub-bosque arbustivo nas linhas de plantação.	Eucaliptal jovem ou recentemente gradado.
		Carga de combustível fino: 1-4 (t/ha)	
M-H	226	Folhada com sub-bosque herbáceo. Carga de combustível fino: 2-5 (t/ha)	Povoamentos florestais, independentemente da espécie.
M-F	225	Folhada com sub-bosque de fetos. Carga de combustível fino: 6-9 (t/ha)	Povoamentos florestais, independentemente da espécie.
Vegetação (V)	V-MAb	234 Mato baixo (<1 m) com bastante combustível morto e/ou fino. Carga de combustível fino: 7-14 (t/ha)	Matos e charnecas de urze, tojo, carqueja, zimbro. Povoamentos abertos ou jovens, independentemente da espécie, com estrato arbustivo constituído por aquelas espécies.
V-MAa	233	Mato alto (>1 m) com bastante combustível morto e/ou fino. Carga de combustível fino: 12-27 (t/ha)	Matos de urze, tojo ou carqueja, ou giestal velho. Povoamentos abertos ou jovens, independentemente da espécie, com estrato arbustivo constituído por aquelas espécies. Regeneração natural densa de pinhal.
V-MMb	237	Mato baixo (<1 m), com pouco combustível morto e/ou com folhagem relativamente grosseira. Carga de combustível fino: 4-8 (t/ha)	Matos de giesta, piorno. Matos de esteva, carrasco, zambujeiro, medronheiro, lentiscos e outras espécies mediterrânicas. Silvados. Povoamentos abertos ou jovens, independentemente da espécie, com estrato arbustivo constituído por aquelas espécies.
V-MMa	236	Mato alto (>1 m) com pouco combustível morto e/ou com folhagem relativamente grosseira.	Matos de giesta, piorno. Matos de esteva, carrasco, zambujeiro, medronheiro, lentiscos e outras espécies mediterrânicas. Silvados.

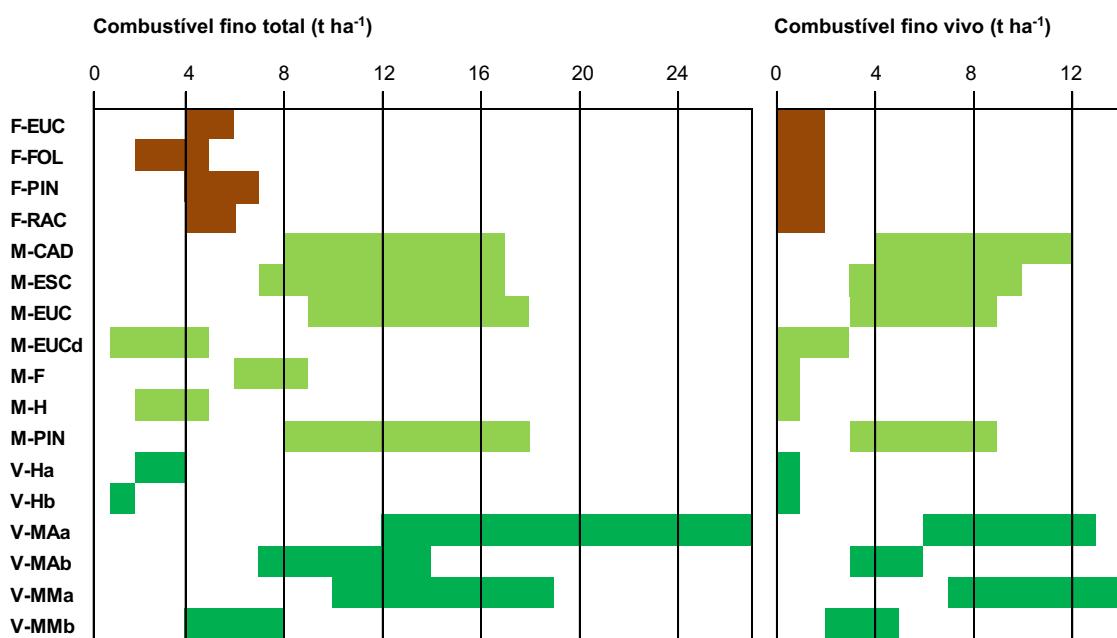
		Carga de combustível fino: 10-19 (t/ha)	Povoamentos abertos ou jovens, independentemente da espécie, com estrato arbustivo constituído por aquelas espécies.
V-MH	235	Mato baixo (< 1 m) e verde, frequentemente descontínuo e com herbáceas.	Matos jovens, até 3 anos de idade desde o último fogo.
V-Hb	232	Erva baixa (<0,5 m). Carga de combustível fino: 1-1 (t/ha)	Arrelvados, prados, pastagens, pousios recentes. Restolhos. Montados.
V-Ha	231	Erva alta (>0,5 m). Carga de combustível fino: 2-4 (t/ha)	Arrelvados, prados, pastagens, pousios recentes. Cereais. Juncais. Montados.

2. Parâmetros dos modelos de combustível

Modelo	Espess. (m)	Carga (t ha ⁻¹)			SVR (m ⁻¹)			PC (kJ kg ⁻¹)	Hx (%)
		1hr	10hr	100hr	arb.	herb.	1hr		
F-RAC	0,05	3,75	2,00	1,00	1,18	0,00	6500	-	4500
F-FOL	0,15	2,67	1,27	0,69	1,16	0,00	4500	-	5000
F-PIN	0,10	6,50	1,50	0,00	0,00	0,00	5500	-	-
F-EUC	0,32	4,63	2,96	1,27	1,12	0,00	4200	-	5000
M-CAD	0,63	4,54	1,87	0,61	9,08	0,00	6000	-	5000
M-ESC	0,50	5,65	1,50	0,48	7,89	0,00	5000	-	5500
M-PIN	0,50	7,21	3,00	0,00	6,89	0,00	5500	-	6000
M-EUC	0,64	8,37	3,81	0,00	4,51	0,00	4700	-	5000
M-EUCd	0,40	1,37	2,89	1,59	1,84	0,00	4500	-	5000
M-H	0,10	2,71	1,00	0,00	0,10	0,66	5500	8000	4500
M-F	0,30	4,50	1,50	0,50	0,48	2,35	6000	8000	4500
V-MAb	0,50	6,00	0,50	0,00	7,50	0,00	4500	-	4500
V-MAa	1,05	9,50	2,50	0,00	14,50	0,00	3500	-	4000
V-MMb	0,90	4,00	0,50	0,00	7,00	0,00	3000	-	3000
V-MMa	1,70	6,00	4,00	0,00	13,00	0,00	2500	-	3000
V-MH	0,55	1,00	1,00	0,00	5,50	1,50	4500	8500	4000
V-Hb	0,35	0,30	0,00	0,00	0,00	1,20	6000	6000	-
V-Ha	0,60	0,65	0,15	0,00	0,40	2,35	4000	5500	4000
									19000
									24

SVR – relação entre superfície e volume. PC – conteúdo calorífico. Hx – humidade de extinção do combustível 1hr.

3. Variação da carga de combustível fino por modelo de combustível nas parcelas do IFN (2005-2006)



4. Critérios e processo de seleção dos modelos de combustível

- Identificar o grupo no qual o modelo de combustível se insere. O grupo é definido pelo estrato (ou combinação de estratos) que dominam a propagação do fogo. A identificação dos estratos é baseada na respectiva espessura/altura e grau de revestimento do solo, de acordo com a tabela seguinte.

Matriz de classificação do grupo de modelos de combustível. C = coberto, h = altura. d – combustível descontínuo, **F – grupo folhada**; **M – grupo misto**; **V – grupo vegetação**.

Folhada	Sub-bosque			
	C < 1/3	1/3 < C < 2/3	C > 2/3, h < 1 m	C > 2/3, h > 1 m
C < 3/4	d	d	V	V
C > ¾, h < 2 cm	F	M	M	V
C > ¾, h > 2 cm	F	M	M	M

- Dentro do grupo, seleccionar o modelo de combustível utilizando a chave de identificação e atendendo aos seguintes critérios: composição do estrato arbóreo,

natureza e altura da vegetação dos outros estratos, importância relativa do combustível morto e/ou dos elementos bastante finos nos arbustos.

Chave de identificação dos modelos de combustível

A. Povoamentos florestais em que o comportamento do fogo é dominado pela folhada.

..... **Grupo F.**

1. Povoamentos de coníferas de agulha curta (*Pseudotsuga*, *Cedrus*, *Cupressus*, *Chamaecyparis*, *Pinus sylvestris*, *P. nigra*), cuja folhada é muito compacta e constituída por agulhas curtas, ou formações maduras de *Acacia dealbata*. A quantidade de detritos lenhosos sobre a folhada pode ser substancial. **F-RAC**.
2. Formações de folhosas, caducifólias (*Quercus*, *Castanea*, *Betula*) ou esclerófilas (*Quercus*, *Arbutus*, *Acacia* sp., excepto *A. dealbata*), caracterizadas por folhada de compactação moderada a elevada **F-FOL**.
3. Pinhais de espécies de agulha média-longa (*P. pinaster*, *P. pinea*, *P. halepensis*, *P. radiata*) formando caruma pouco compacta. **F-PIN**.
4. Eucaliptal, de folhada pouco compacta. **F-EUC**.

B. Povoamentos florestais em que o comportamento do fogo resulta do efeito combinado da folhada e da vegetação do sub-bosque, usualmente baixa (<1 m). **Grupo M.**

1. Formações de folhosas caducifólias e de resinosas de agulha curta. **M-CAD**.
2. Formações de folhosas esclerófilas (sobreiro, azinheira). **M-ESC**
3. Pinhal de agulha média-longa (*P. pinaster*, *P. pinea*, *P. halepensis*, *P. radiata*). **M-PIN**
4. Eucaliptal. **M-EUC**
5. Eucaliptal jovem ou recentemente gradado, com folhada descontínua. Se existente, o sub-bosque está limitado às linhas de plantação. **M-EUCd**
6. Povoamentos florestais com sub-bosque herbáceo **M-H**
7. Povoamentos florestais com sub-bosque de fetos **M-F**

C. Formações, com ou sem estrato arbóreo, em que o comportamento do fogo é determinado pela vegetação arbustiva ou herbácea.

..... **Grupo V.**

1. Matos ou povoamentos com vegetação arbustiva constituída por espécies com retenção significativa de combustível morto na copa e/ou com folhagem fina (urzes, tojos, carqueja).
 - 1.1. Os arbustos são baixos (<1 m) **V-MAb**
 - 1.2. Os arbustos são altos (>1 m) **V-MAa**
2. Matos ou povoamentos com vegetação arbustiva constituída por espécies sem retenção significativa de combustível morto na copa e/ou com folhagem relativamente grosseira (giestas, esteva, carrasco e outras espécies mediterrânicas).
 - 2.1. Os arbustos são baixos (<1 m) **V-MMb**
 - 2.2. Os arbustos são altos (>1 m) **V-MMa**
3. Mato jovem (até 3 anos desde o último fogo) independentemente das espécies dominantes, frequentemente com vegetação herbácea. **V-MH**
4. Formações herbáceas, com ou sem estrato arbóreo.
 - 4.1. As ervas são baixas (<0,5 m) **V-Hb**
 - 4.2. As ervas são altas (>0,5 m) **V-Ha**

5. Fotografias representativas dos modelos de combustível para Portugal



6. Modelos de combustível para Portugal e modelos de combustível da classificação NFFL (Anderson, 1982) mais similares

Modelo	NFFL	Modelo	NFFL	Modelo	NFFL
F-RAC	8 - 8	M-PIN	7/5 - nd	V-MAa	6 - 4
F-FOL	9/10 - 9	M-EUC	6/7 - nd	V-MMb	5 - 5
F-PIN	9 - 6	M-EUCd	10/9 - 9	V-MMa	5/6/7 - nd
F-EUC	9 - 6	M-H	9 - 9*	V-MH	8 - 8*
			9 - 1**		5 - 2**
M-CAD	5 - nd	M-F	9 - 7*	V-Hb	1/2 - 1
			6 - 2**		
M-ESC	5 - nd	V-MAb	5/7 - nd	V-Ha	1/2/3 - 2

(-) separa os modelos mais próximos para velocidade de propagação (1º número) e intensidade frontal (2º número).

(/) separa modelos alternativos, cuja maior ou menor proximidade ao modelo para Portugal dependerá das condições ambientais.

* Erva verde

** Erva seca

7. Codificação proposta para uso nas aplicações FlamMap e FARSITE

Modelo	Código
F-RAC	214
F-FOL	212
F-PIN	213
F-EUC	211
M-CAD	221
M-ESC	222
M-PIN	227
M-EUC	223
M-EUCd	224
M-H	226
M-F	225
V-MAb	234
V-MAa	233
V-MMb	237
V-MMa	236
V-MH	235
V-Hb	232
V-Ha	231

8. Distribuição por modelo de combustível das parcelas do IFN (2005-06) com ocupação florestal

Modelo	%
F-RAC	0,1
F-FOL	2,0
F-PIN	4,4
F-EUC	1,8
M-CAD	2,1
M-ESC	7,1
M-PIN	12,6
M-EUC	7,1
M-EUCd	10,6
M-H	0,9
M-F	0,9
V-MAb	3,6
V-MAa	2,0
V-MMb	21,2
V-MMa	21,9
V-Hb	5,0
V-Ha	2,1

9. Distribuição (%) dos modelos de combustível por tipo florestal (com base nos dados do IFN 2005-06)

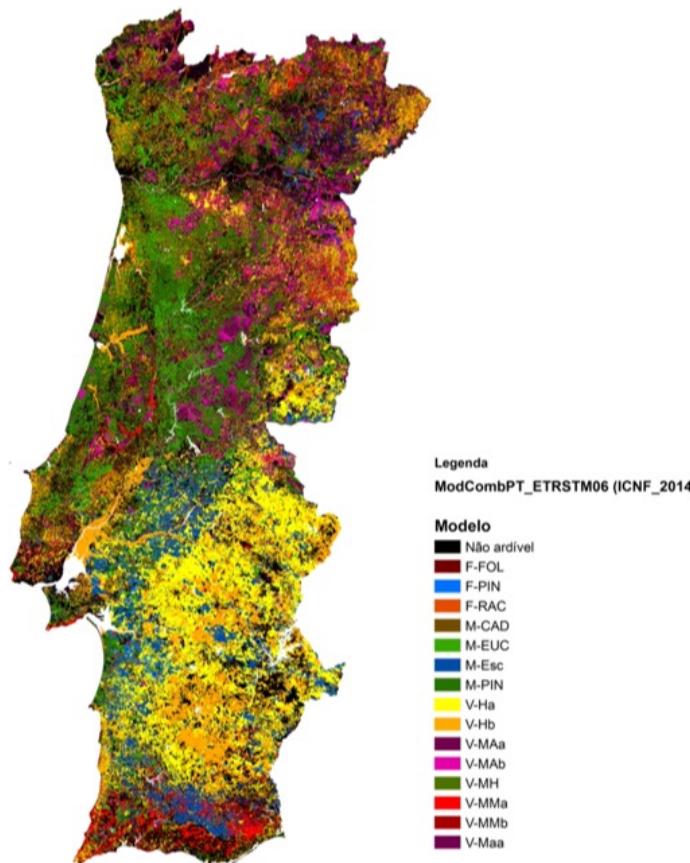
Modelo	Azinheira	Carvalho	Eucalipto	Outr. folh.	Outr. resin.	Pinheiro bravo	Pinheiro manso	Sobreiro
F-RAC	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
F-FOL	9,2	28,9	0,0	11,8	0,0	0,0	0,0	50,0
F-PIN	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	94,6	4,8	0,0
F-EUC	0,0	0,0	97,1	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0
M-CAD	0,0	81,5	0,0	18,5	0,0	0,0	0,0	0,0
M-ESC	21,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	78,9
M-PIN	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	97,5	2,1	0,0
M-EUC	0,0	0,0	94,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M-EUCd	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M-H	11,8	8,8	29,4	2,9	0,0	20,6	5,9	20,6
M-F	3,0	6,1	24,2	9,1	3,0	51,5	0,0	3,0
V-MAb	0,7	0,7	20,7	2,2	0,7	34,1	5,9	34,8
V-MAa	0,0	0,0	42,9	1,3	1,3	39,0	2,6	13,0
V-MMb	30,7	4,9	12,9	3,0	1,0	20,7	2,8	24,1
V-MMa	21,2	8,6	23,0	3,3	1,1	27,1	3,2	12,5
V-Hb	60,1	3,7	1,6	3,2	0,0	5,3	2,1	23,9
V-Ha	62,0	1,3	5,1	1,3	0,0	11,4	2,5	16,5

10. Distribuição (%) dos tipos florestais por modelo de combustível (com base nos dados do IFN 2005-06)

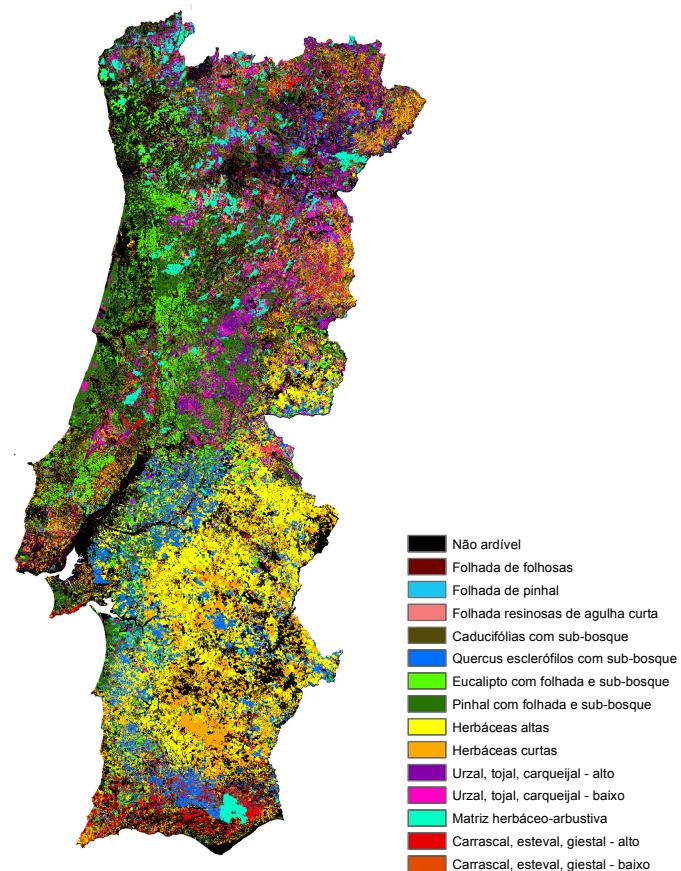
Modelo	Azinheira	Carvalho	Eucalipto	Outr. folh.	Outr. resin.	Pinheiro bravo	Pinheiro manso	Sobreiro
F-RAC	0,0	0,0	0,0	0,0	17,9	0,0	0,0	0,0
F-FOL	1,2	10,4	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	7,6
F-PIN	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	14,0	9,5	0,0
F-EUC	0,0	0,0	6,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0
M-CAD	0,0	31,1	0,0	13,9	0,0	0,0	0,0	0,0
M-ESC	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0
M-PIN	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1	41,0	11,9	0,0
M-EUC	0,0	0,0	22,9	14,8	0,0	0,0	0,0	0,0
M-EUCd	0,0	0,0	36,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M-H	0,7	1,4	0,9	0,9	0,0	0,6	2,4	1,4
M-F	0,2	0,9	0,7	2,8	3,6	1,5	0,0	0,2
V-MAb	0,2	0,5	2,6	2,8	3,6	4,1	9,5	9,4
V-MAa	0,0	0,0	3,0	0,9	3,6	2,7	2,4	2,0
V-MMb	40,4	18,4	9,4	22,2	28,6	14,6	26,2	38,3
V-MMa	28,7	33,5	17,3	25,0	32,1	19,8	31,0	20,6
V-Hb	18,6	3,3	0,3	5,6	0,0	0,9	4,8	9,0
V-Ha	8,1	0,5	0,4	0,9	0,0	0,8	2,4	2,6

11. Cartografia nacional dos modelos de combustível por conversão da ocupação do solo

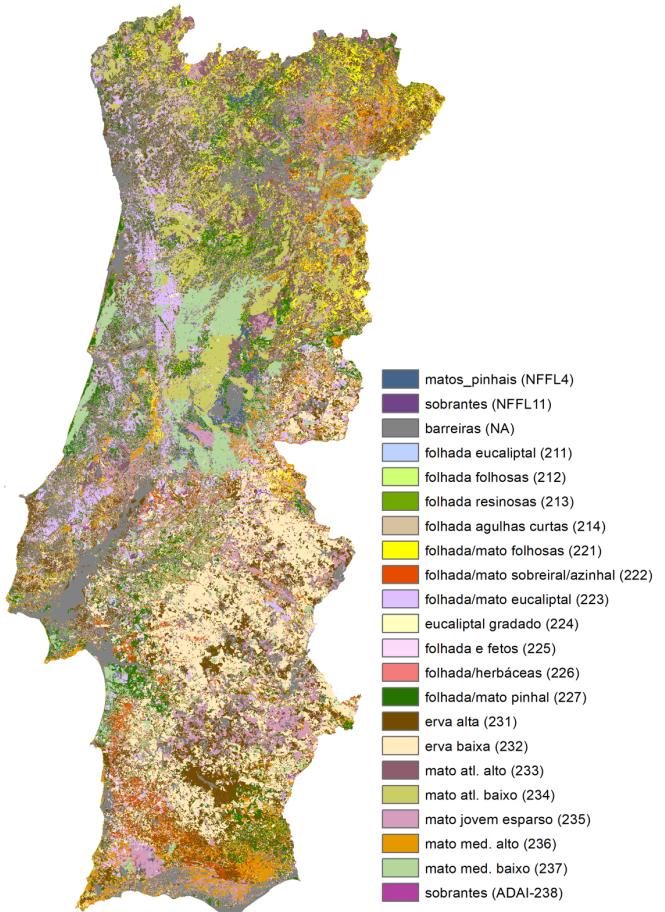
COS 2007 (ICNF, 2014)



COS 2007 (ICNF, 2014, modificação UTAD, Fire Engine)



COS 2018 (CEF-ISA, FIRE-MODSAT II, PTDC-ASP-SIL/28771/2017)



COS SIM 2020, atualização a março de 2021 (CEF-ISA/DGT, foRESTER, PCIF/SSI/0102/2017)

