Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas

Autoridade Florestal Nacional

Escola Superior Agrária

V Encontro Nacional,
I Congresso Internacional
de RISCOS

Auditório da Reitoria
Universidade de Coimbra

29, 30 e 31 de Maio de 2009

OS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NO PLANEAMENTO ESTRATÉGICO DE INFRA-ESTRUTURAS DE PREVENÇÃO E SUPRESSÃO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS

CASO DE ESTUDO: CONCELHO DA SERTÃ

Hugo Saturnino
Paulo Fernandez e José M. Monteiro

Coimbra - 30 Maio de 2009

Enquadramento institucional

Pós-graduação em Sistemas de Informação Geográfica, Recursos Agro-Florestais e Ambientais, ESA/IPCB

Orientação: Prof. Paulo Fernandez e Prof. José M. Monteiro (ESA/IPCB)

Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas

Autoridade Florestal Nacional

Objectivos de trabalho

a) **Modelação do comportamento de incêndios florestais com base em sistemas geoespaciais (*Farsite4, FlamMap3 BehavePlus3)***

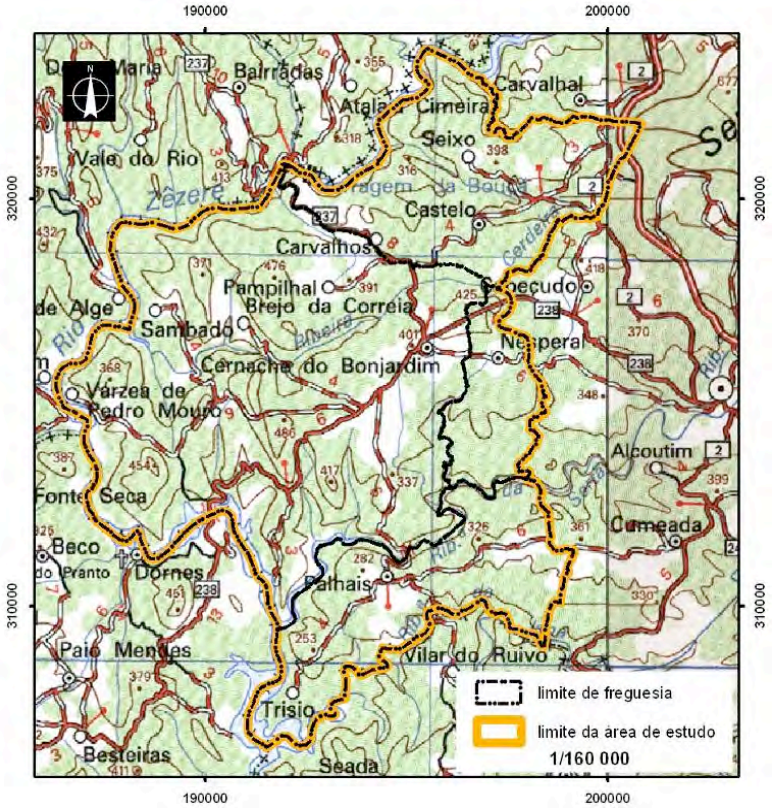
b) **Localização de uma rede estratégica de gestão de combustíveis DFCI**

Estrutura síntese

1. Enquadramento e caracterização da área de estudo
2. Enquadramento metodológico
3. Análise de resultados
4. Considerações finais

1. Enquadramento e caracterização da área de estudo

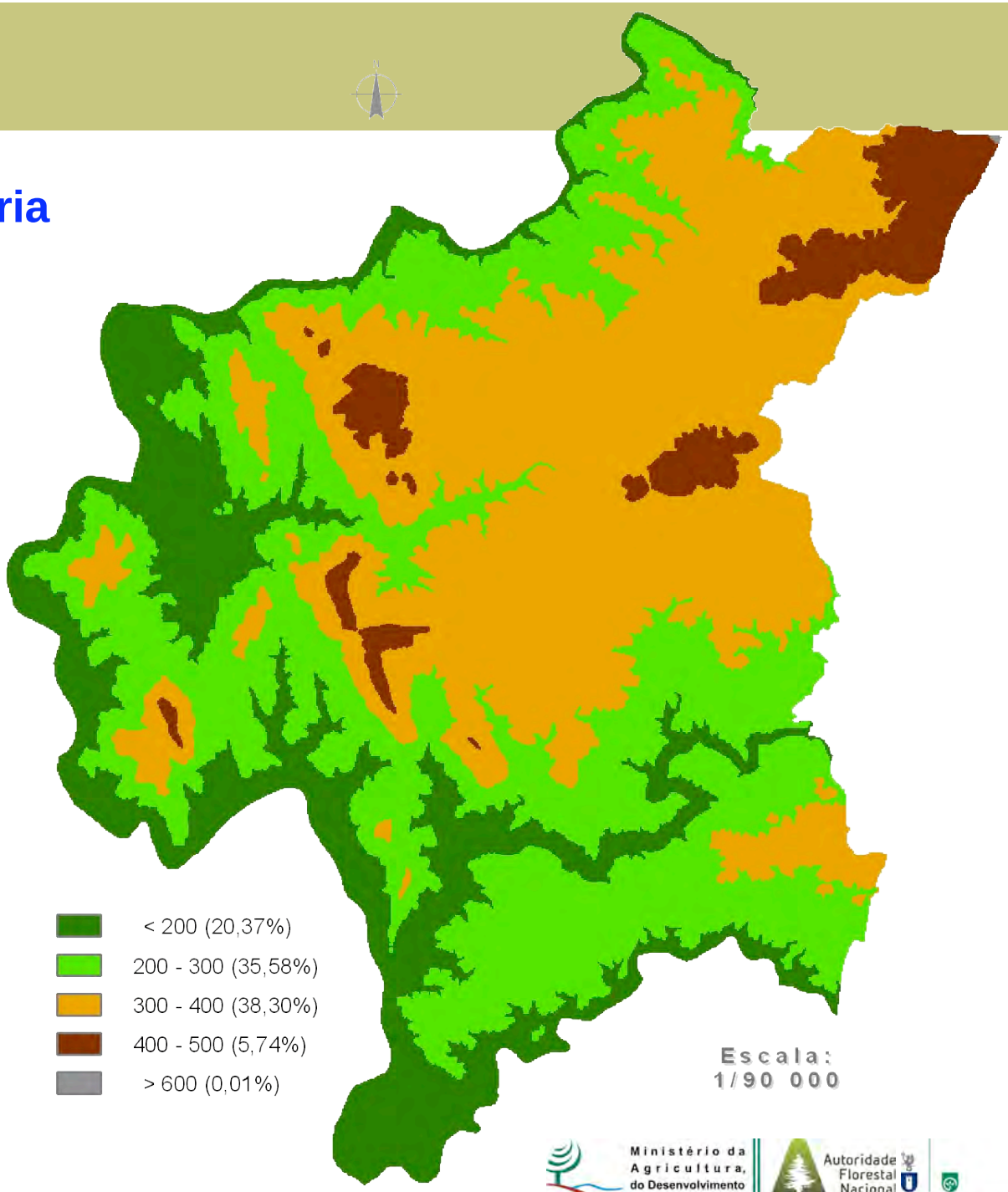
Distrito:	**Castelo Branco**
Concelho:	**Sertã**
Freguesias:	**Cernache do Bonjardim, Castelo, Nesperal e Palhais (área total 12 616 ha)**
Dir. Reg. de Florestas:	**Centro**
PROF (Plano Regional de Ordenamento Florestal):	**Pinha Interior Sul**
Unidade de Gestão Florestal:	**Pinhal e Beira Interior Sul (UGFPBIS)**



Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas

Autoridade Florestal Nacional

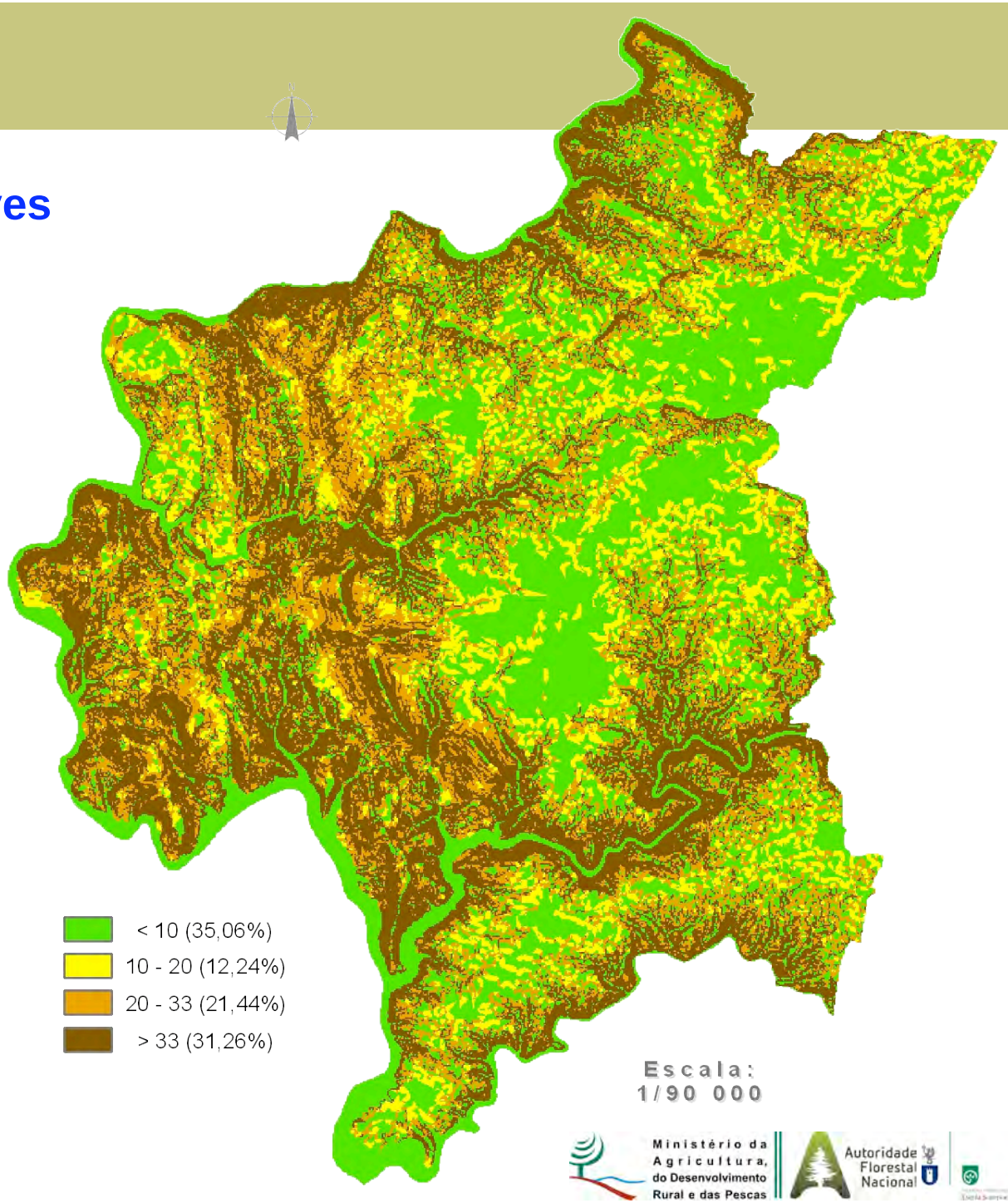
Mapa de altimetria



Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas

Autoridade Florestal Nacional

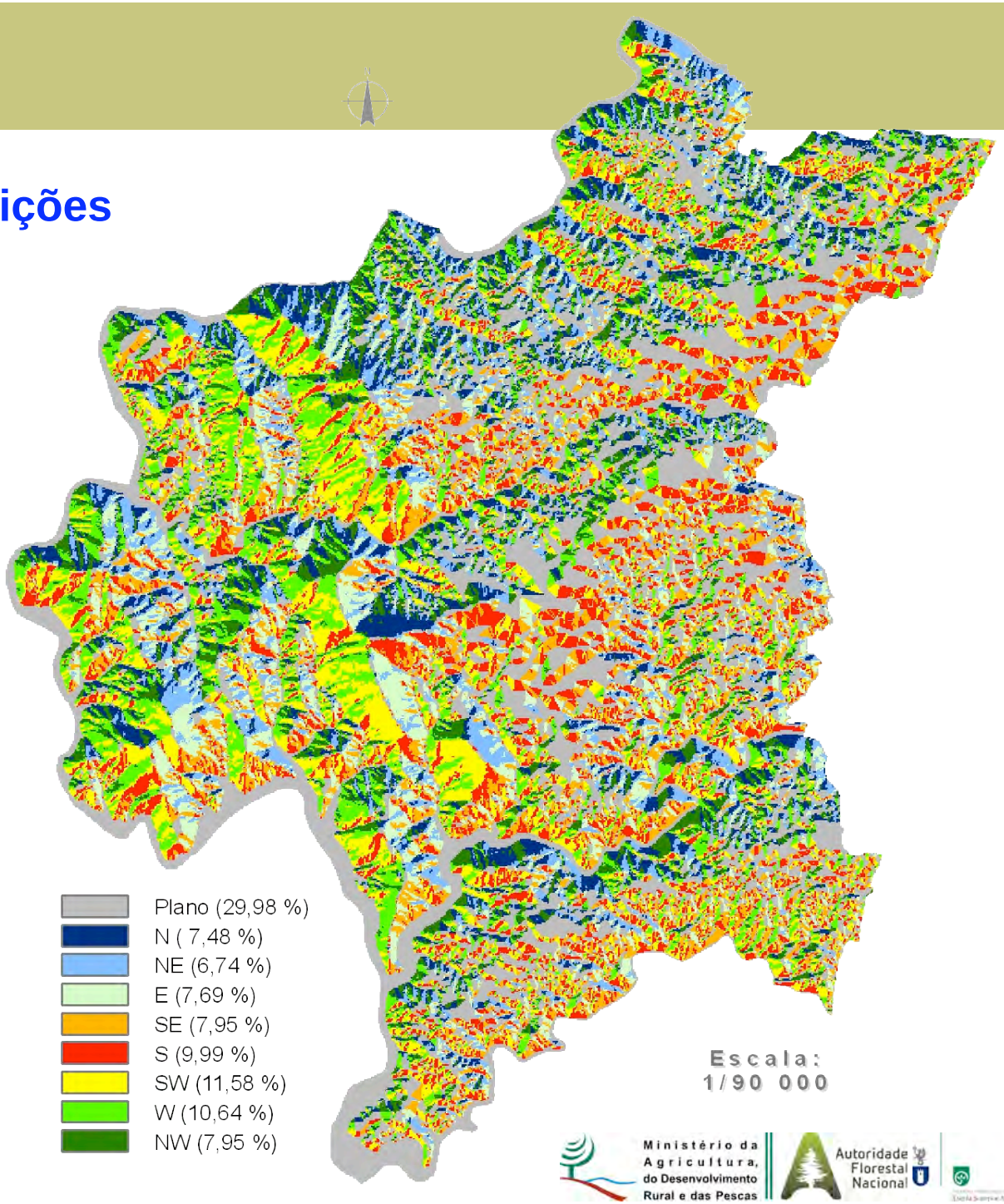
Mapa de declives



Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas

Autoridade Florestal Nacional

Mapa de exposições



Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas

Autoridade Florestal Nacional

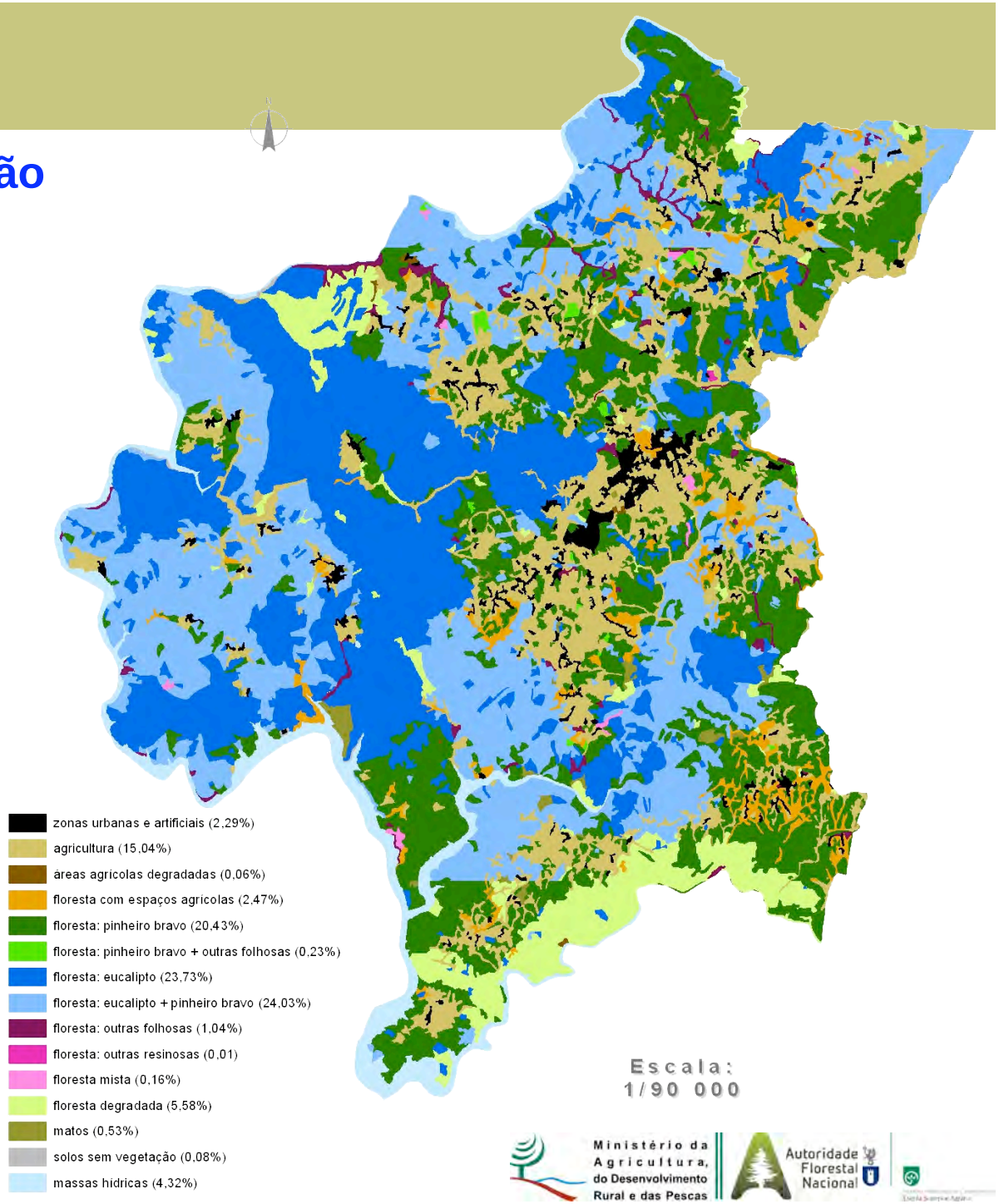
Mapa de ocupação e uso do solo

p.bravo: 20%

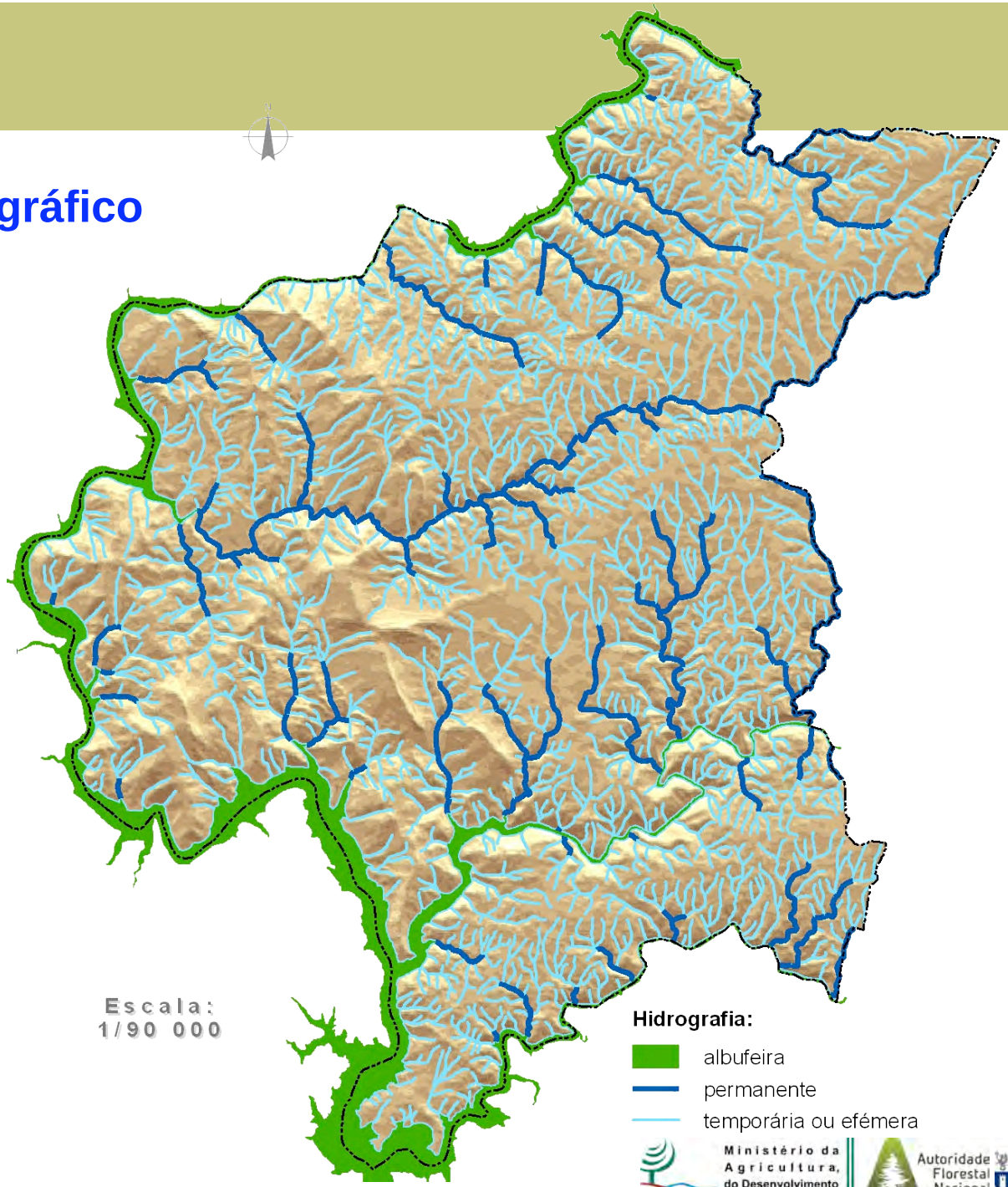
eucalipto: 24%

eucalipto + p.bravo: 24%

esp. flor. degradados: 6%



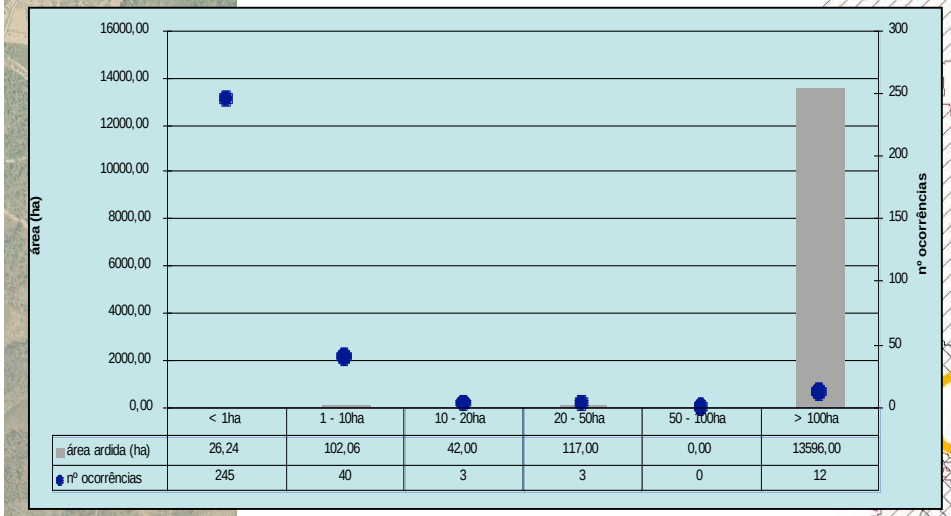
Mapa hidrográfico



Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas

Autoridade Florestal Nacional

Histórico de incêndios

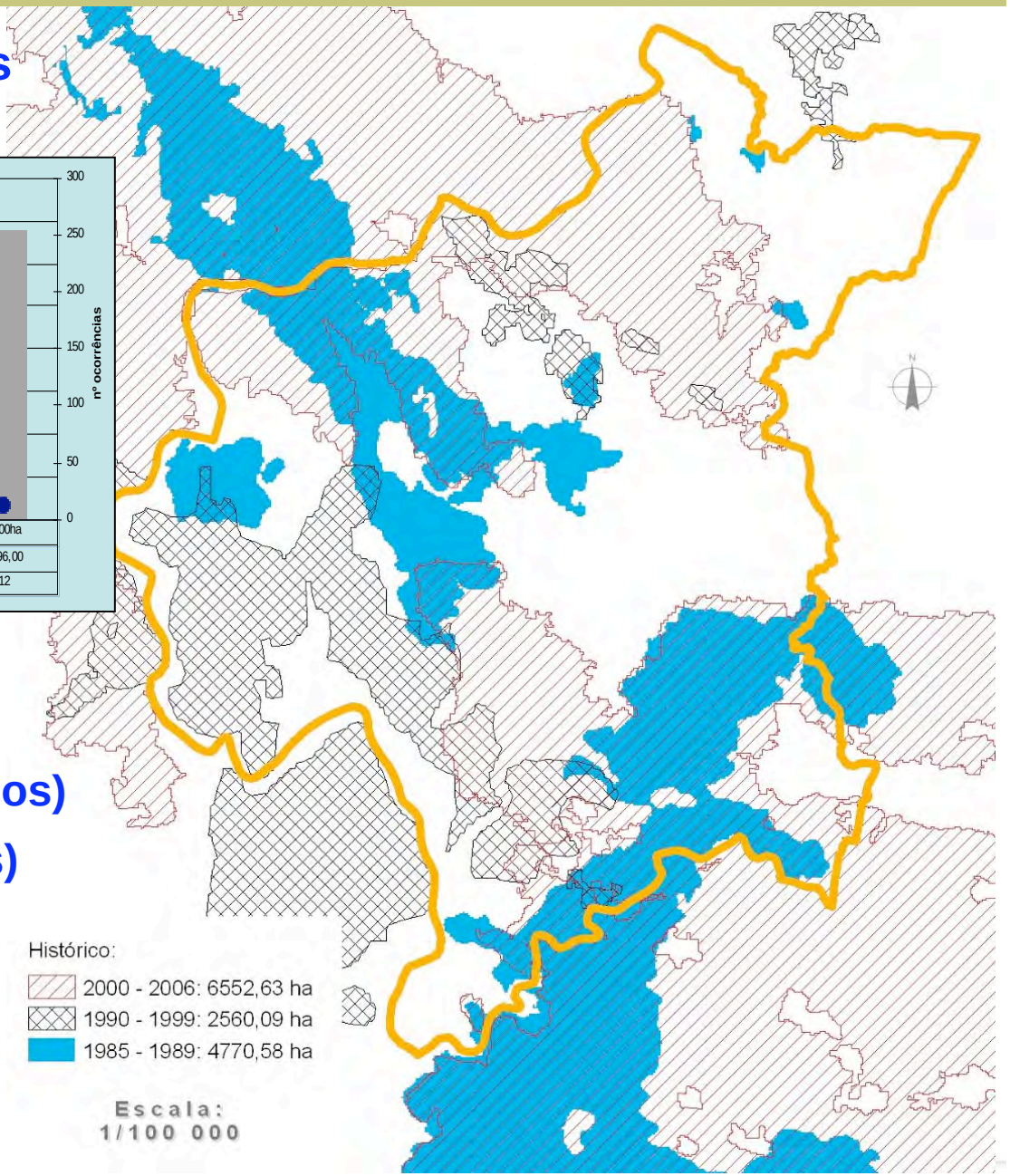


	< 1ha	1 - 10ha	10 - 20ha	20 - 50ha	50 - 100ha	> 100ha
área ardida (ha)	26,24	102,06	42,00	117,00	0,00	13596,00
nº ocorrências	245	40	3	3	0	12

Síntese (1980 – 2006):

IF > 100ha: 13596 ha (12 incêndios)

IF < 50ha: 287 ha (296 incêndios)



2. Enquadramento Metodológico

i. Tipificação de incêndios relevantes (CPS) e identificação de pontos críticos

ii. Farsite4 – simulação de cada um dos incêndios identificados

iii. FlamMap3 – simulação segundo os episódios meteorológicos relevantes

iv. BehavePlus3 - dimensionamento e validação de infra-estruturas

i. Tipificação de incêndios relevantes e identificação de pontos críticos

CPS – *Campbell Prediction System*

Tipificação de Incêndios Florestais:

- ✓ **Topográfico**
- ✓ **Vento**
- ✓ **Combustível**

Tipificação IF: topográfico

< declive
< intensidade
> eficácia na supressão

vector IF

vector IF

zona agrícola tampão

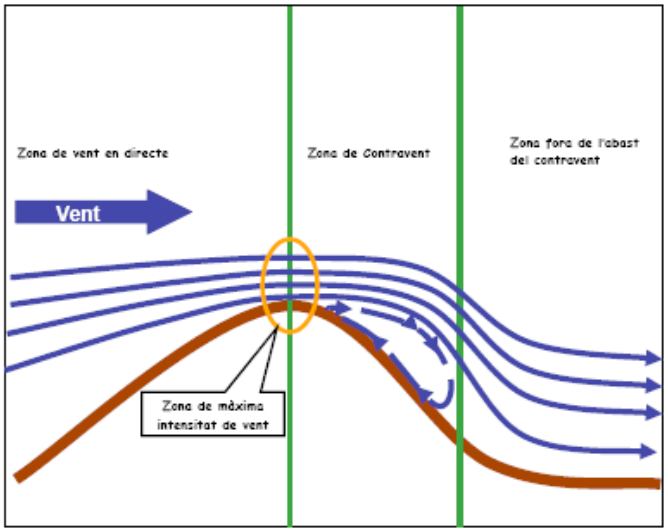
Pontos críticos:
- zonas de vale
- zonas colo

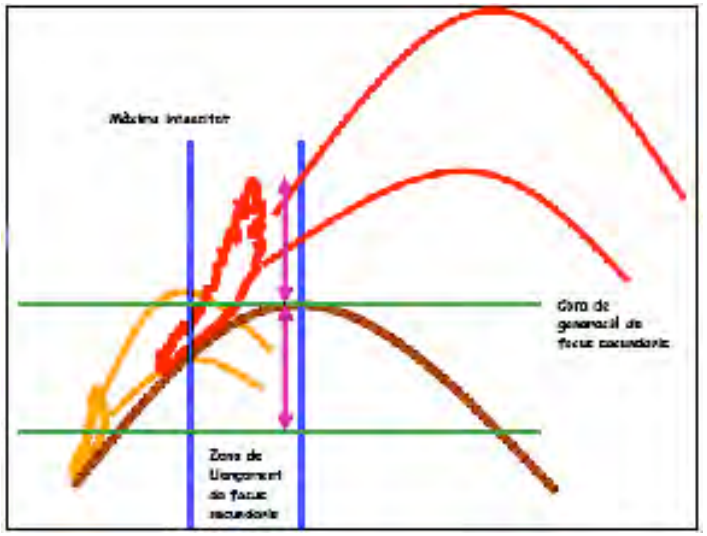
Oportunidades de supressão:
- zonas fora de alinhamento de declive

Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas

Autoridade Florestal Nacional

Tipificação IF: vento





Adaptado de Castellá (2005)

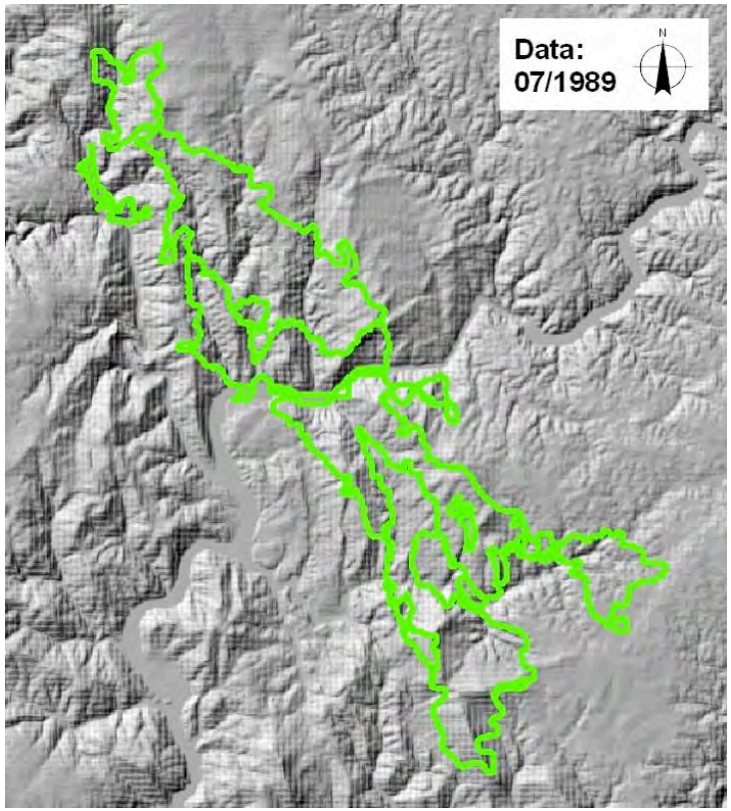
Pontos críticos:

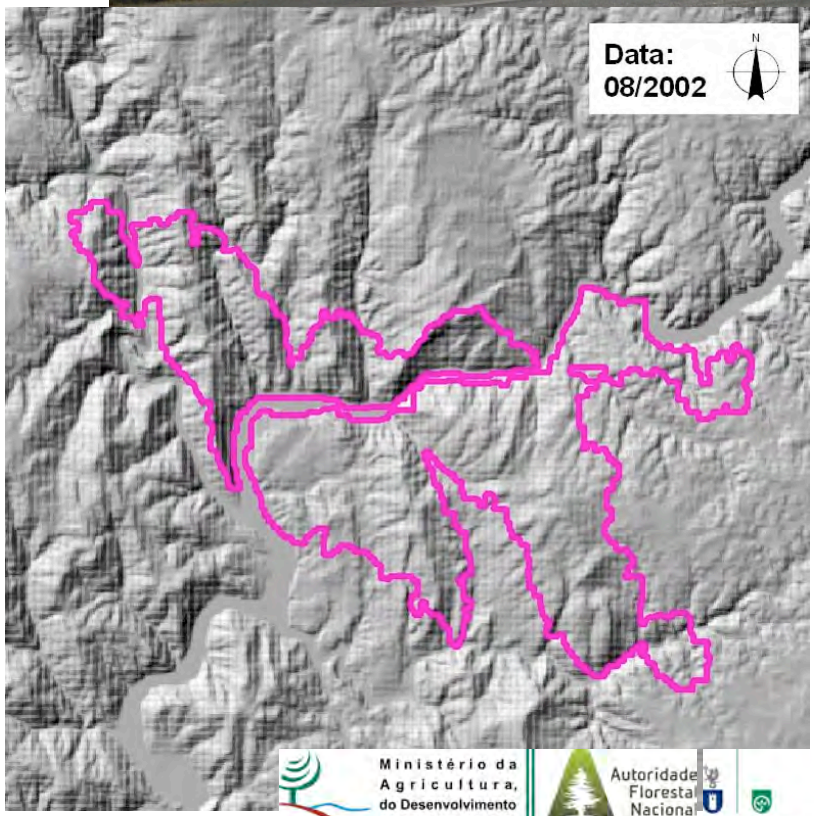
- zonas de cumeada
- encostas expostas aos ventos dominantes

Oportunidades de supressão:

-encostas a sotavento fora da zona de projecção de fogos secundários (cálculos → simuladores de IF)

Características e exemplos:

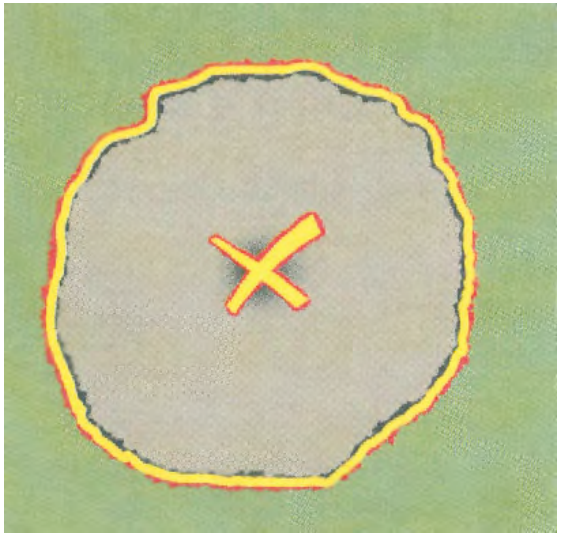




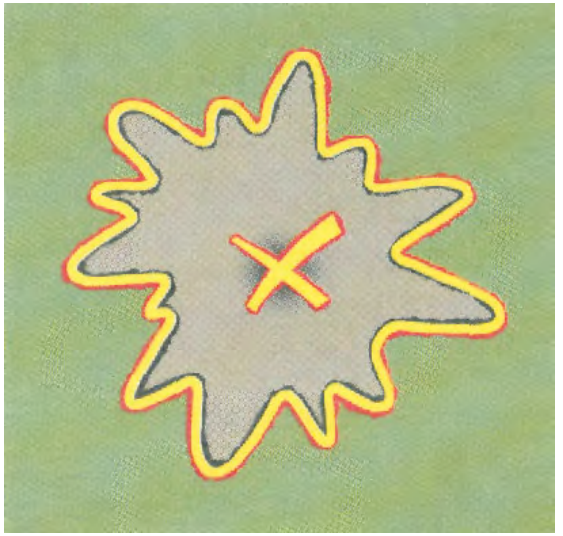
Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas

Autoridade Florestal Nacional

Tipificação IF: combustível



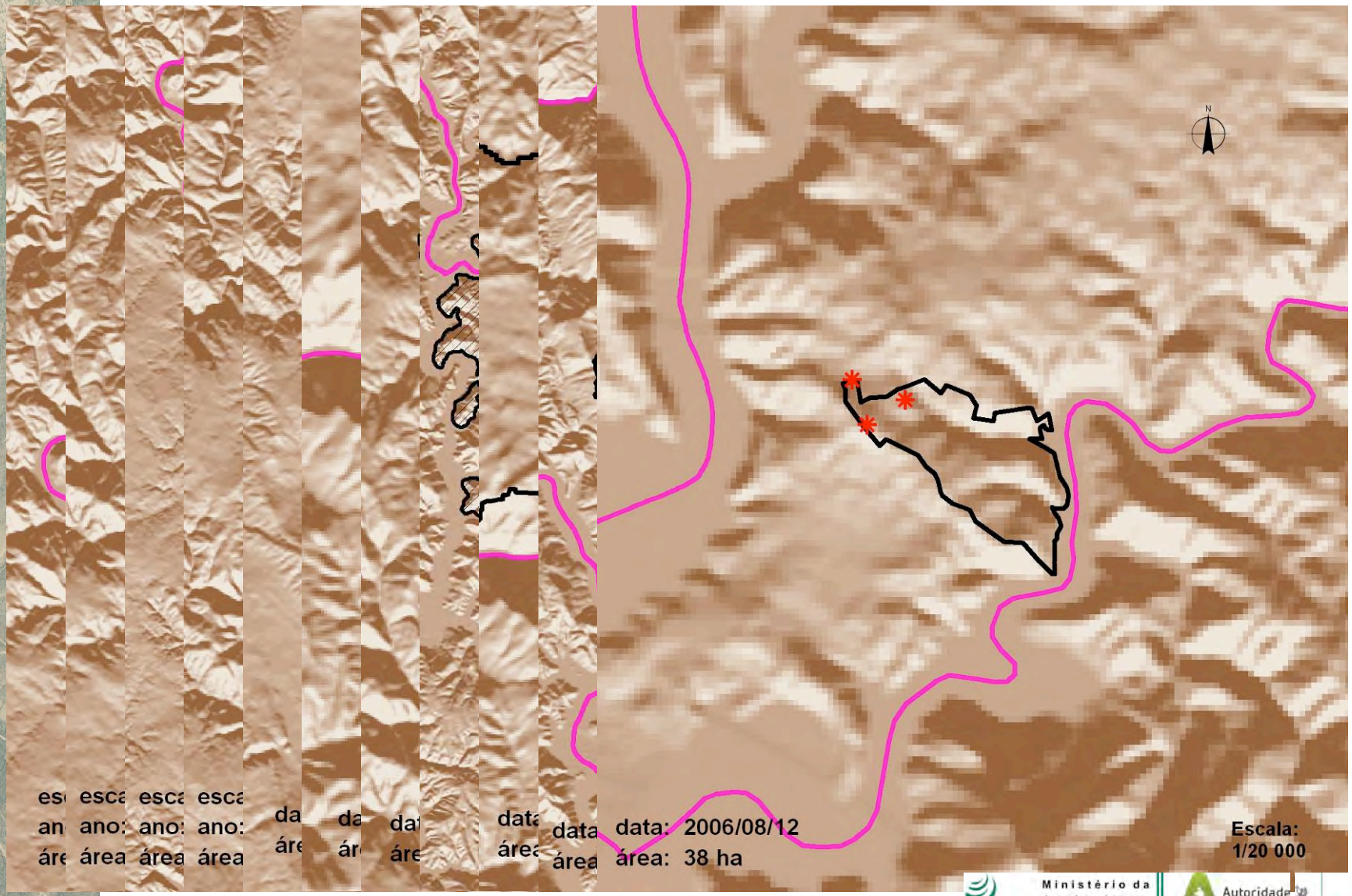
Combustível homogéneo



Combustível heterogéneo

Situação hipotética de desenvolvimento de uma ocorrência sem a participação da componente declive e/ou vento.

Ocorrências relevantes (1986 – 2006)

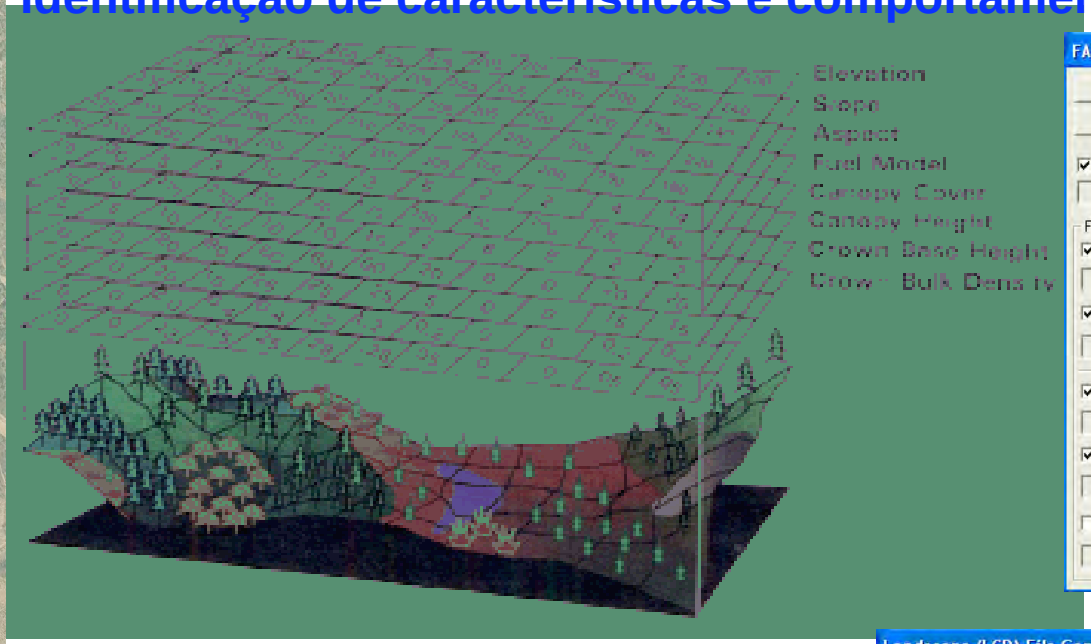


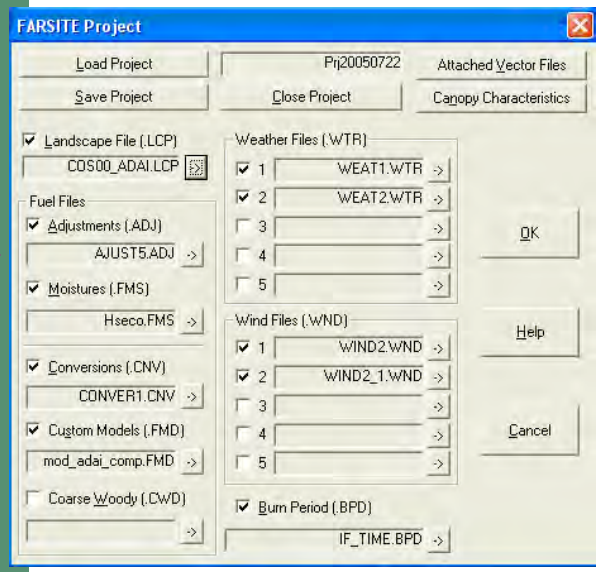
Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas

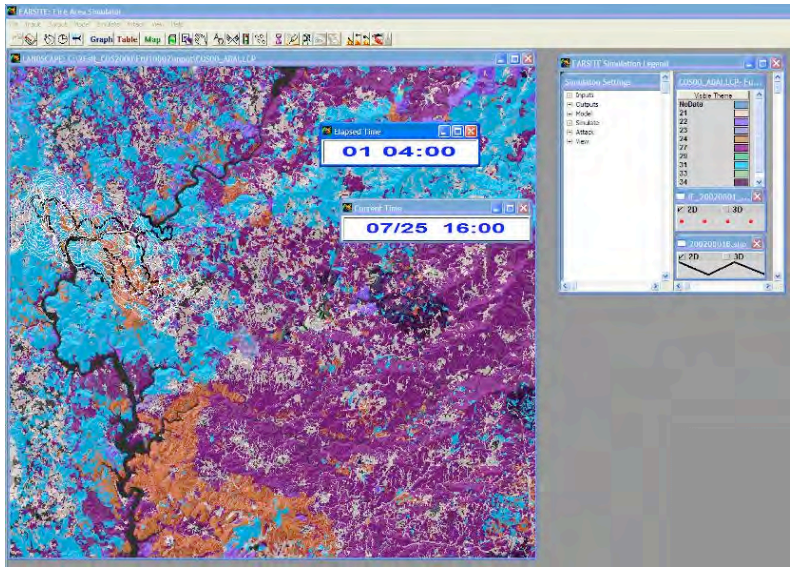
Autoridade Florestal Nacional

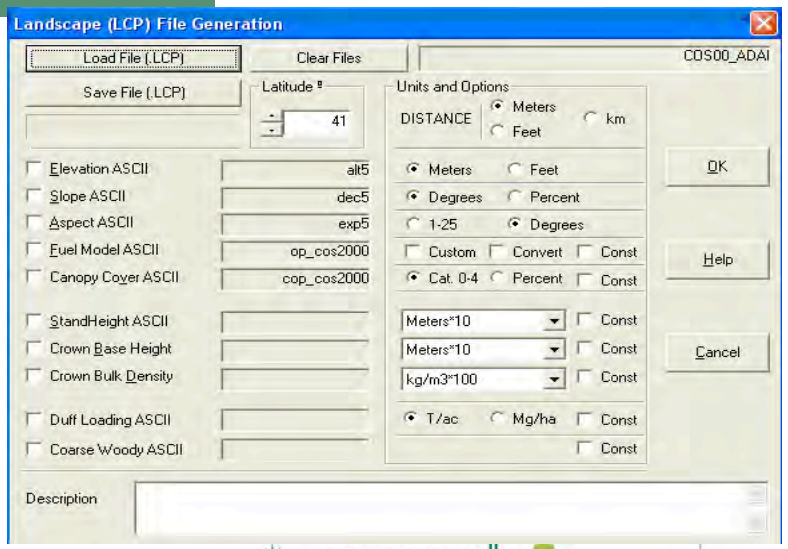
ii. Farsite4 – simulação de cada um dos incêndios identificados

Identificação de características e comportamento de determinado IF









Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas

Autoridade Florestal Nacional

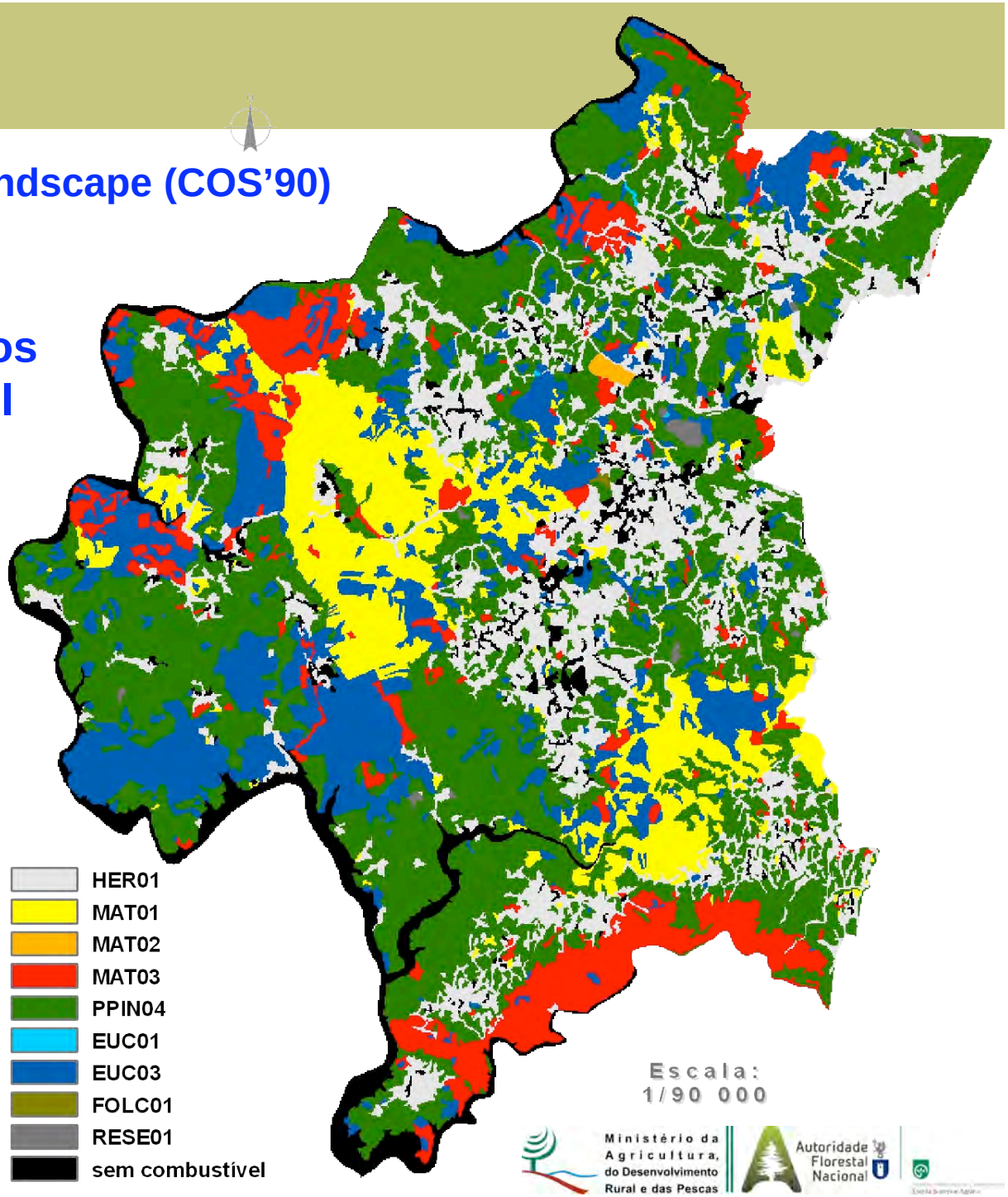
Modelos de combustível

Grupo	Modelo	Cobertura Vegetal
Herbáceo	HER-01	Extracto constituído essencialmente por vegetação herbácea.
Arbustivo	MAT-01	Arbustos com altura média inferior a 0,5 m.
	MAT-02	Arbustos com altura média entre 0,5 e 1,3 m.
	MAT-03	Arbustos com altura média superior a 1,3 m.
Pinhal	PPIN-02	Pinhal jovem, denso, não sujeito a tratamentos silviculturais.
	PPIN-03	Pinhal sem sub-coberto arbustivo.
	PPIN-04	Pinhal com sub-coberto arbustivo.
	PPIN-05	Pinhal adulto.
Eucaliptal	EUC-01	Eucaliptal jovem (idade inferior a 3 anos).
	EUC-02	Eucaliptal sem sub-coberto arbustivo.
	EUC-03	Eucaliptal com sub-coberto arbustivo.
	EUC-04	Eucaliptal / resíduos selecção toiças.
Folhosas	FOLC-01	Folhosas caducifólias.
Resíduos	RESE-01	Resíduos de exploração.

Fonte: Cruz (2005)

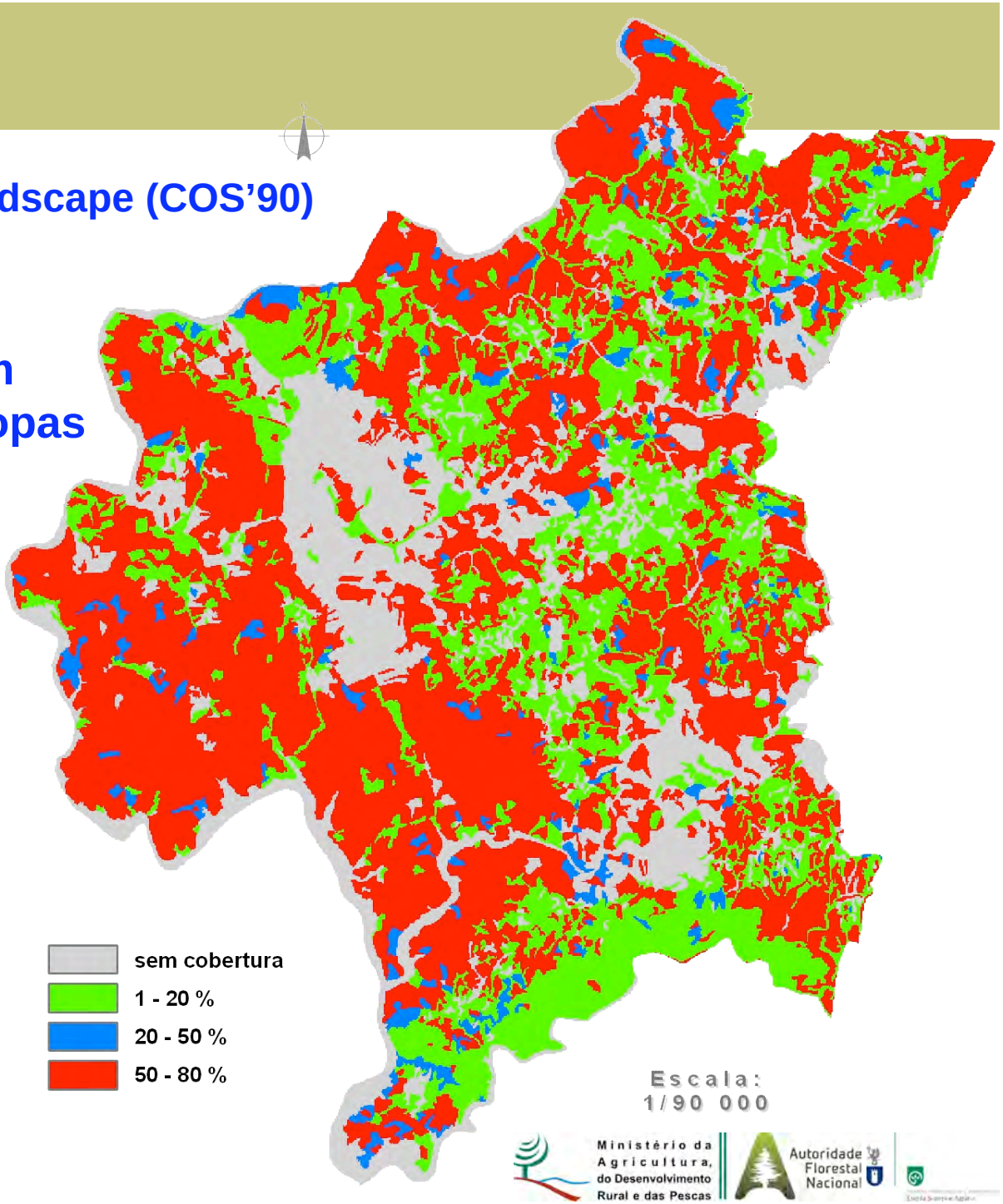
Construção da Landscape (COS'90)

Mapa de modelos de combustível



Construção da Landscape (COS'90)

Mapa de zonas em sombreamento de copas



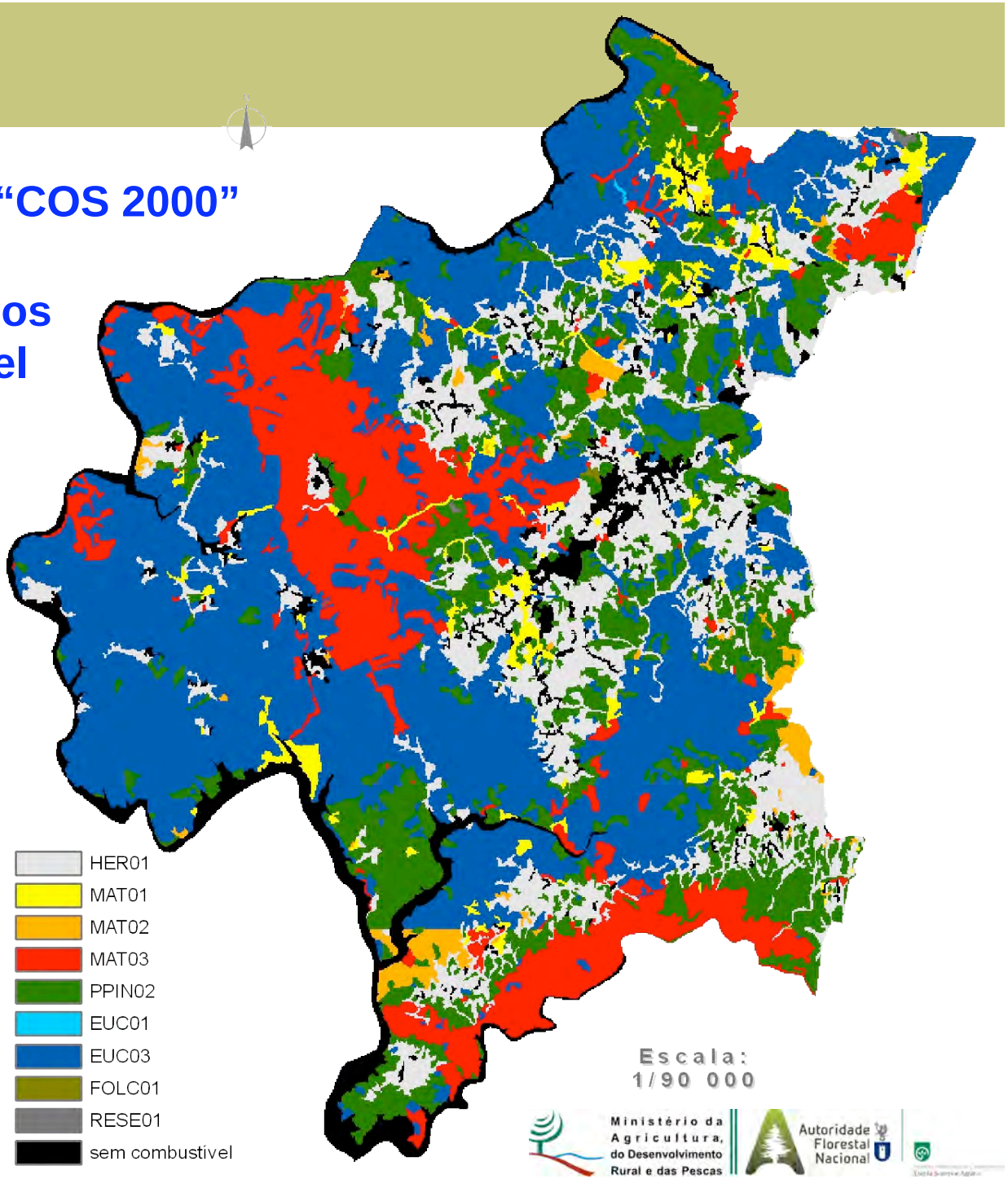
Landscape COS 1990 versus CLC 2000

Selecção da ocupação e uso do solo mais adequada com base na fotografia aérea de 2000

	CLC 2000				COS 90	
Ocupação	Pontos	%	Envolvente (100 m)	%	Polígono	%
Corresponde	58	46	110	87	95	75
Não Corresponde	68	54	16	13	31	25

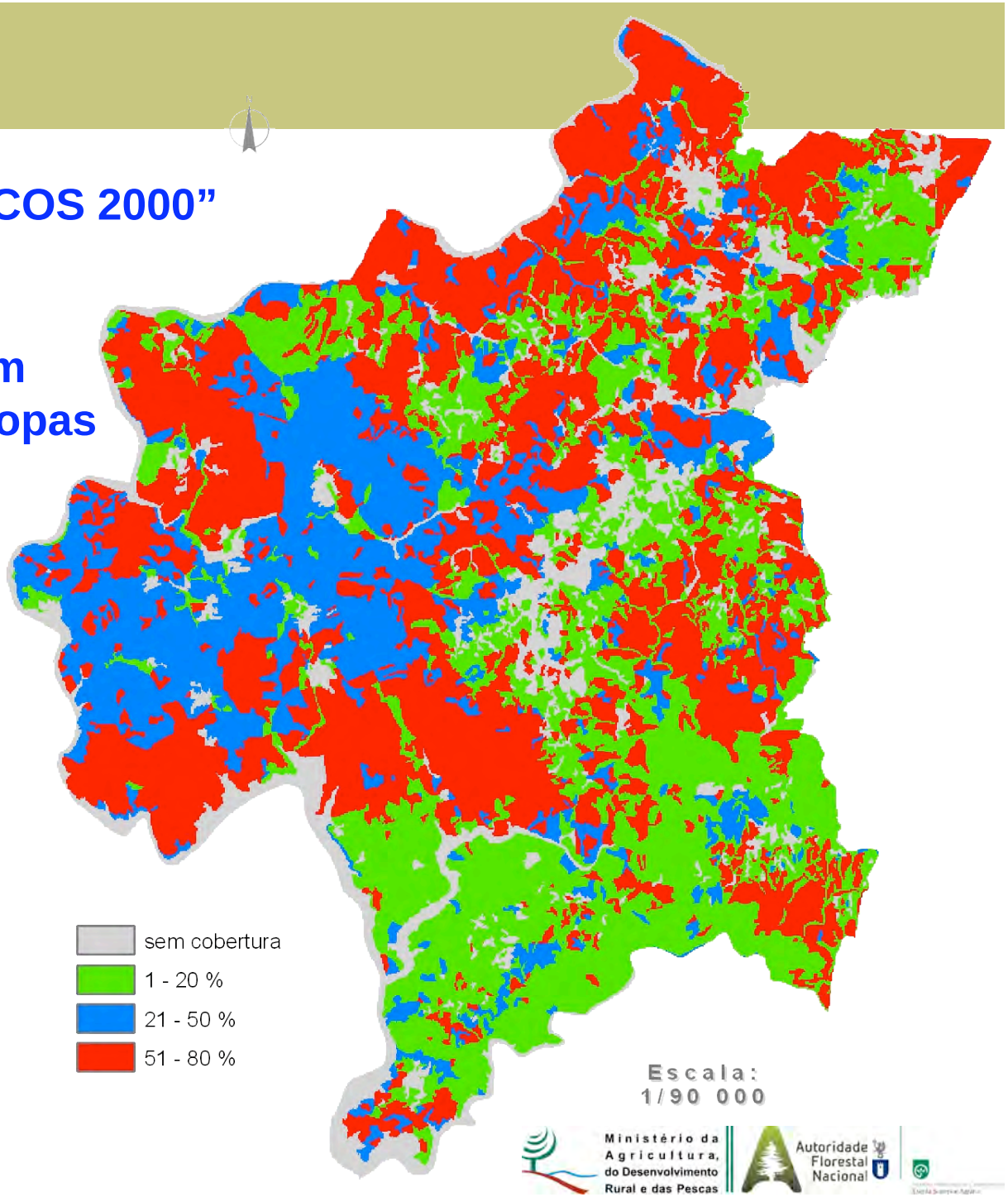
Actualização do “COS 2000”

Mapa de modelos de combustível

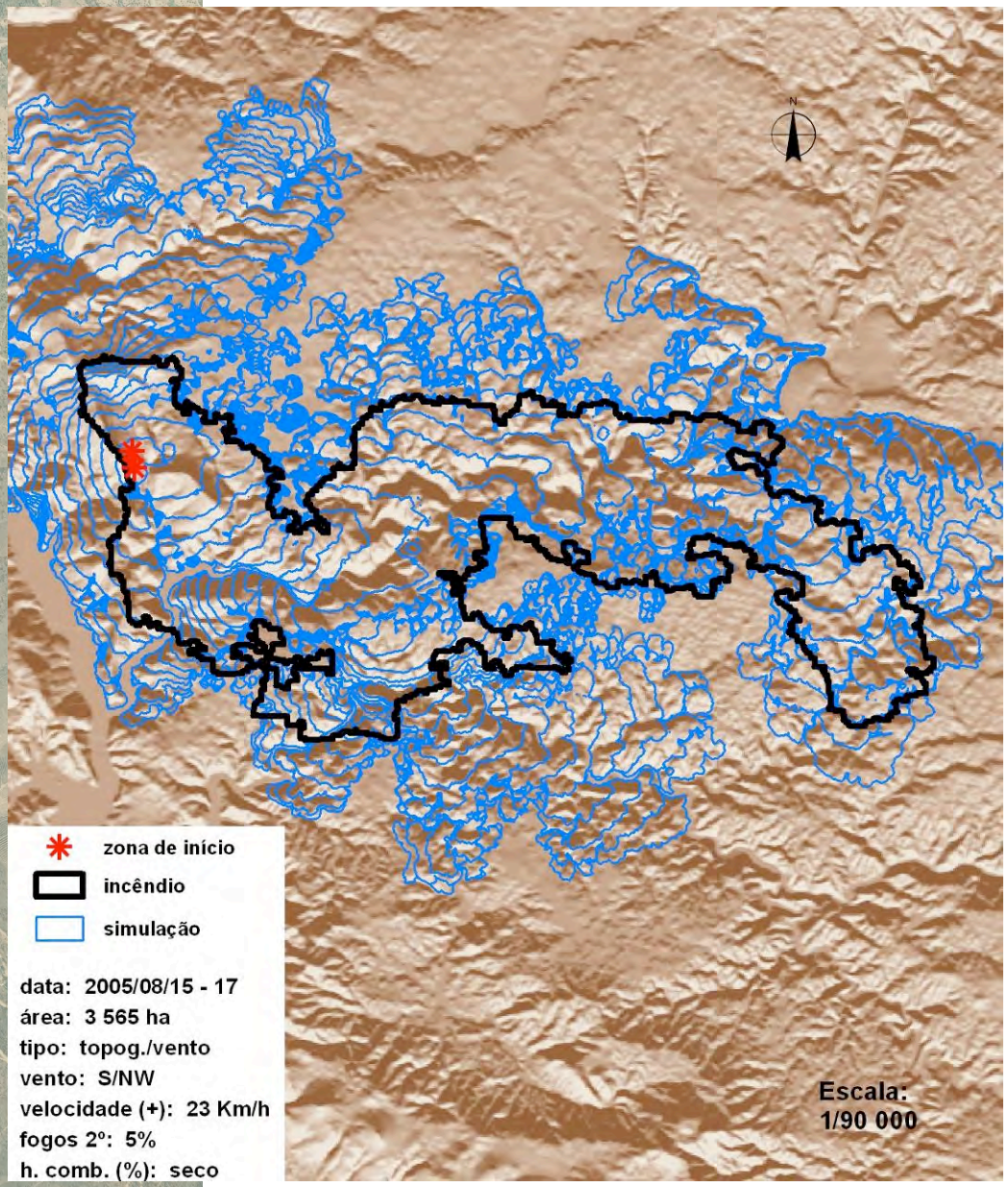


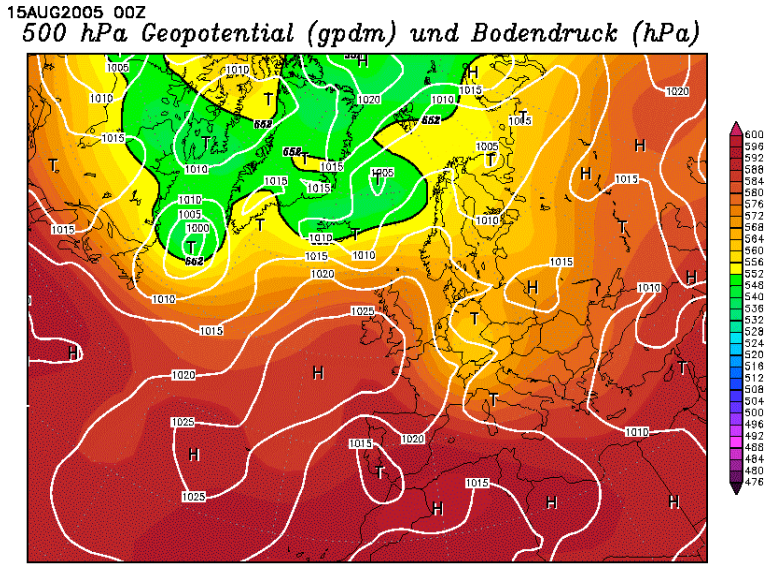
Actualização do “COS 2000”

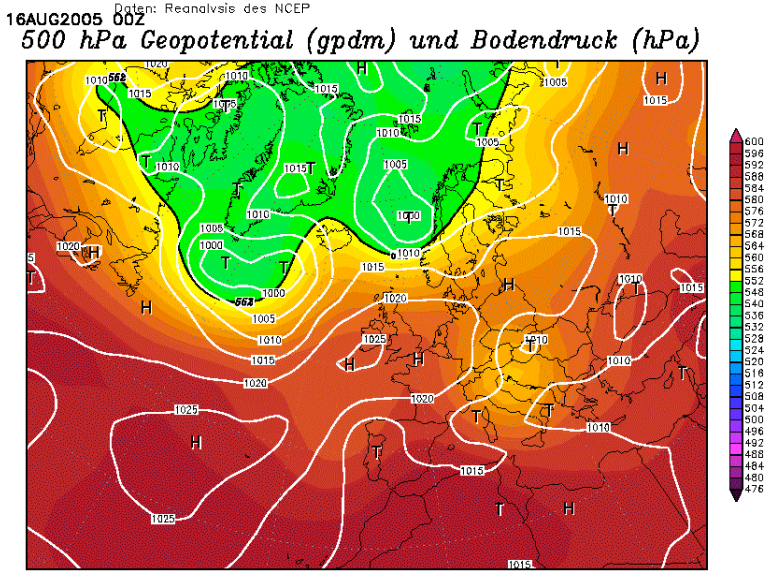
Mapa de zonas em sombreamento de copas



Modelação em Farsite4





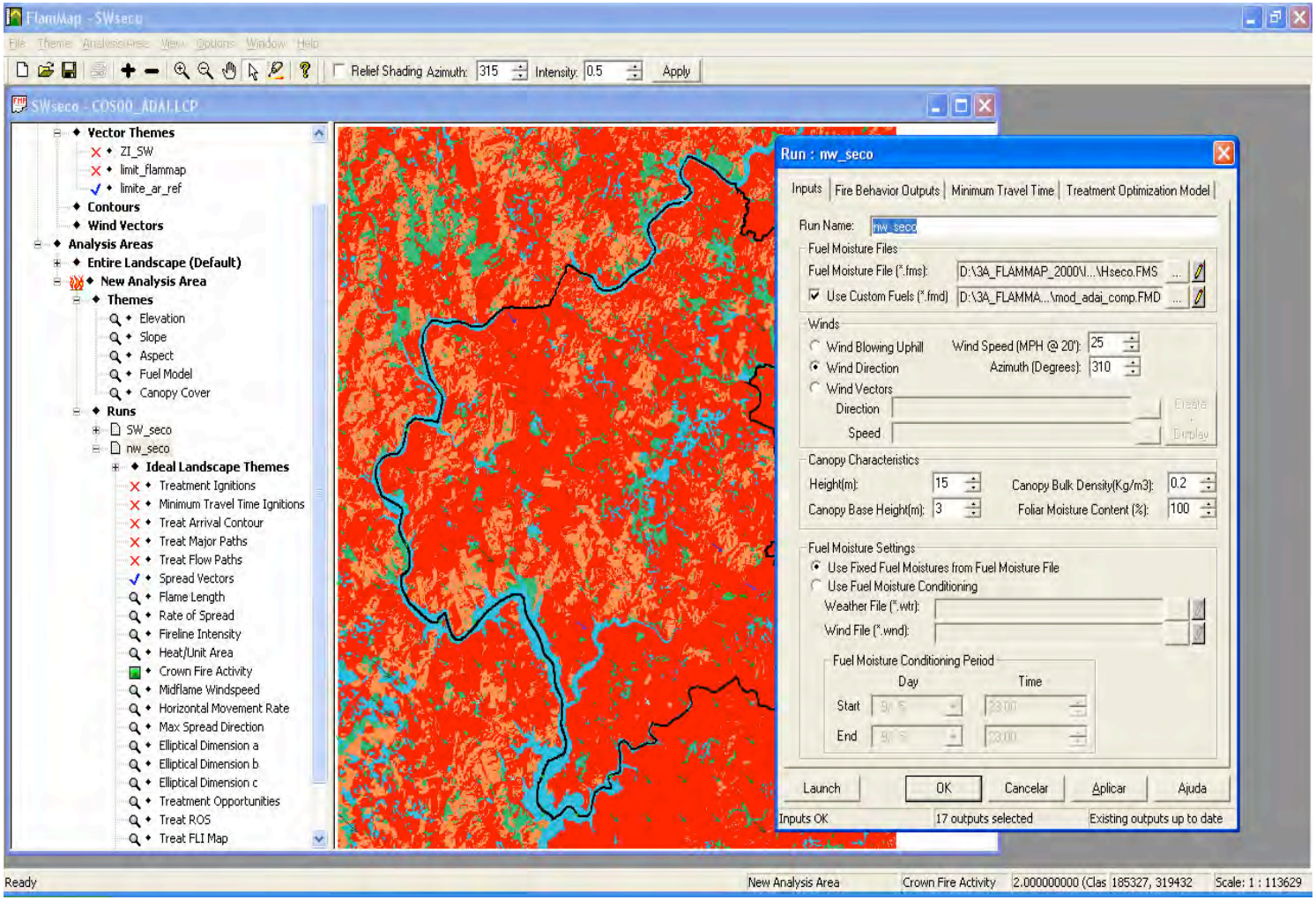


Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas

Autoridade Florestal Nacional

iii. FlamMap3 – simulação segundo os episódios meteorológicos relevantes

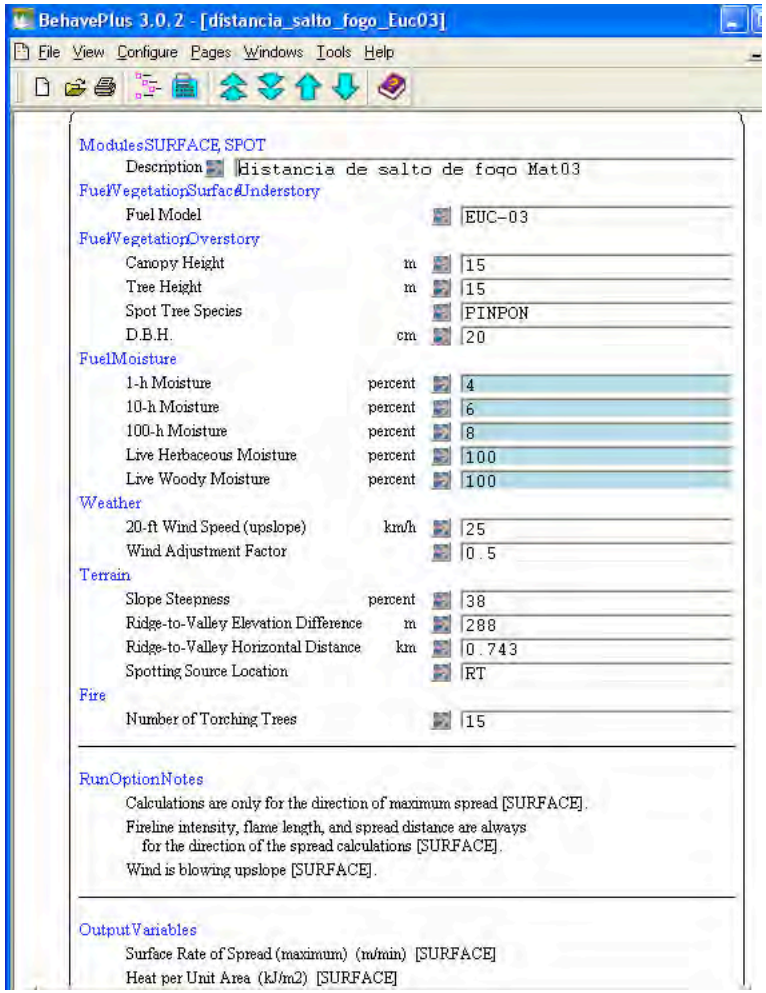
Identificar o comportamento e impacto dos episódios meteorológicos mais relevantes, à escala da paisagem

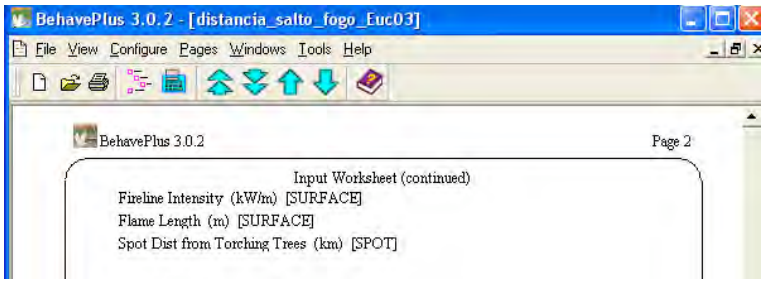


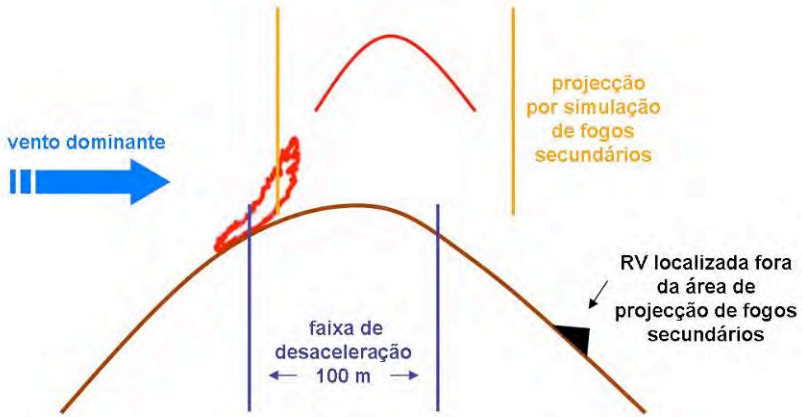
Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas

Autoridade Florestal Nacional

iv. BehavePlus3 - dimensionamento e validação de infra-estruturas







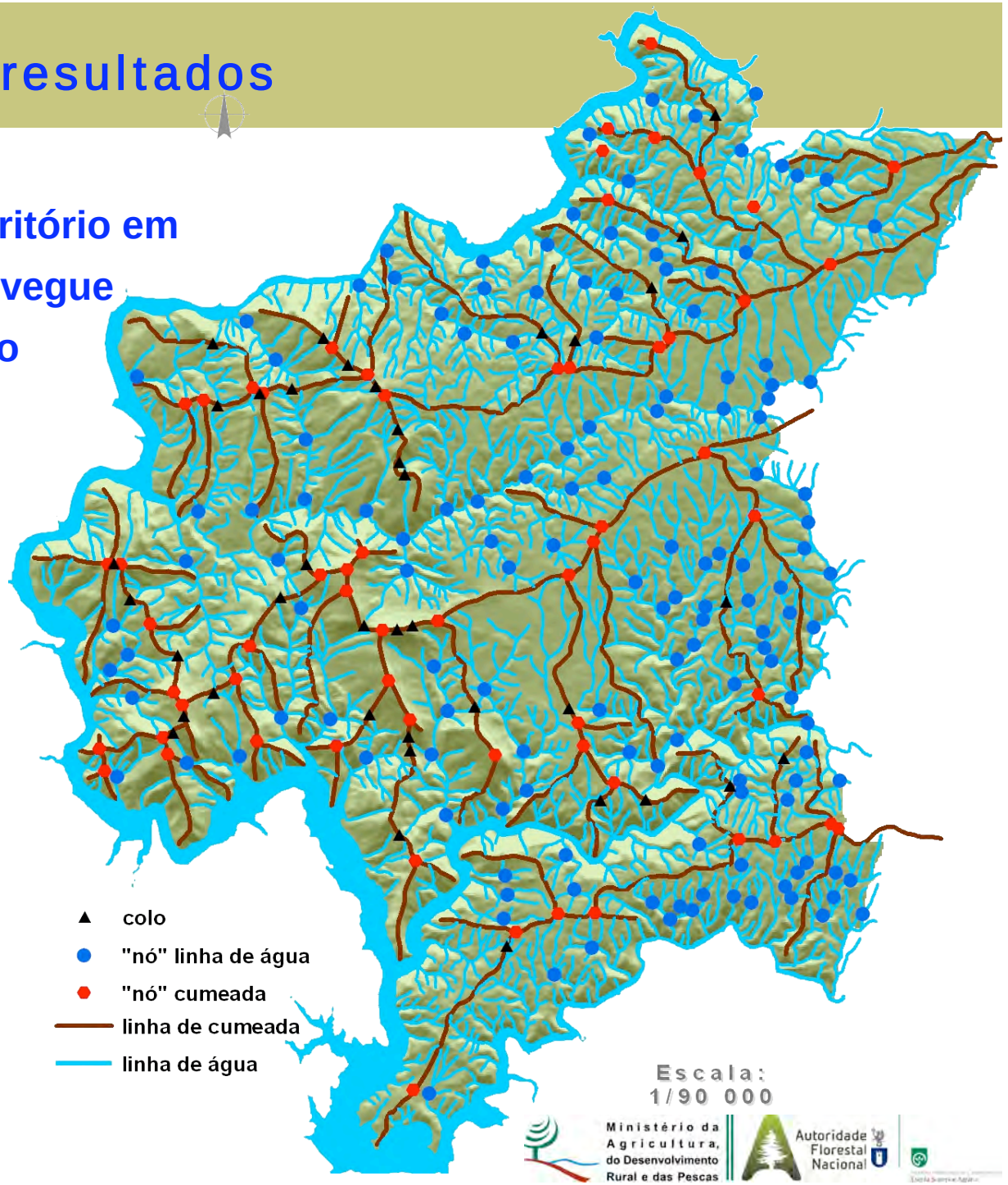
Qual a distância de salto de fogo de um IF com determinadas características?

Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas
Autoridade Florestal Nacional

3. Análise de resultados

Pontos críticos

Estruturação do território em linhas de festo e talvegue através da aplicação "ArcHydro".

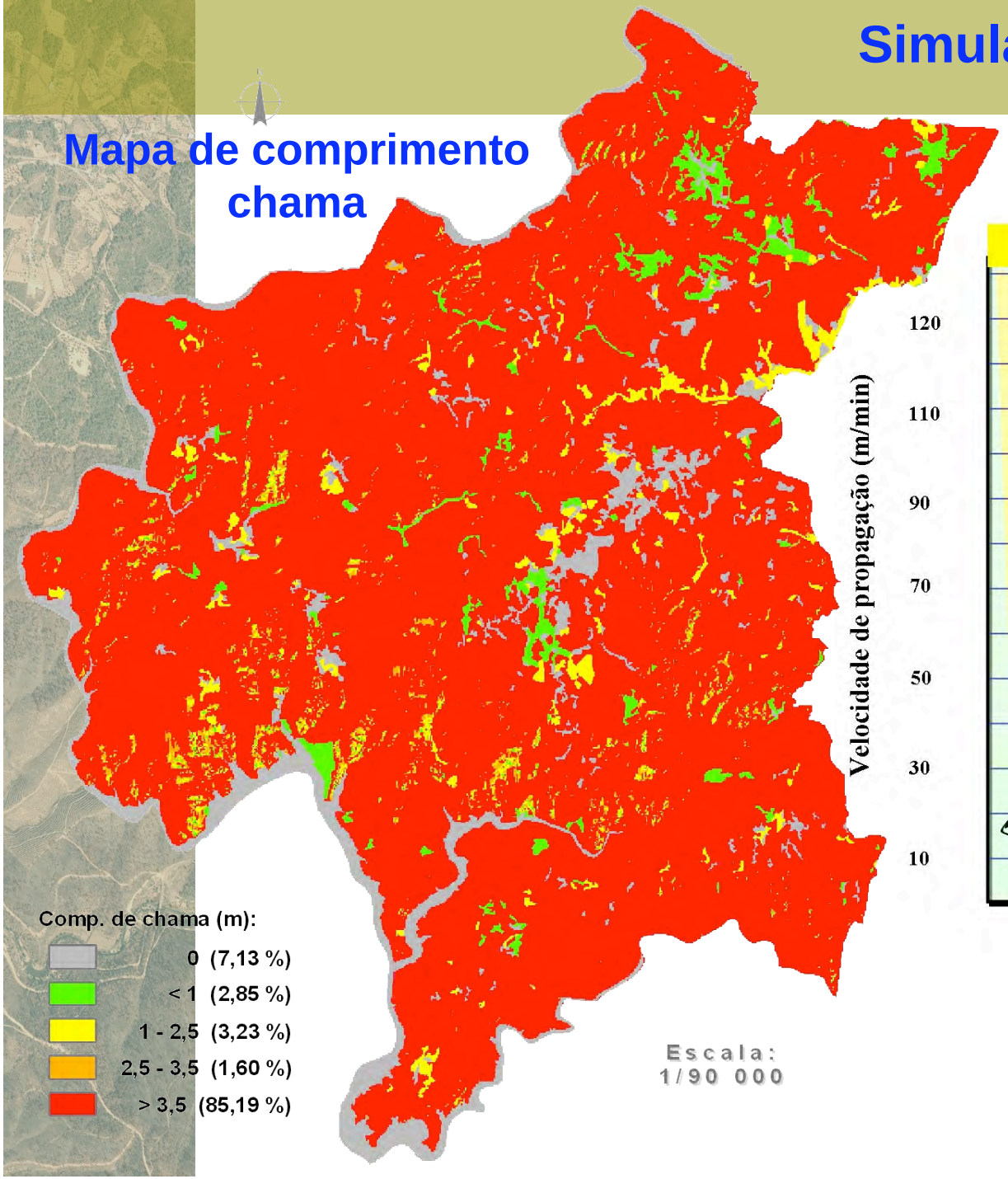


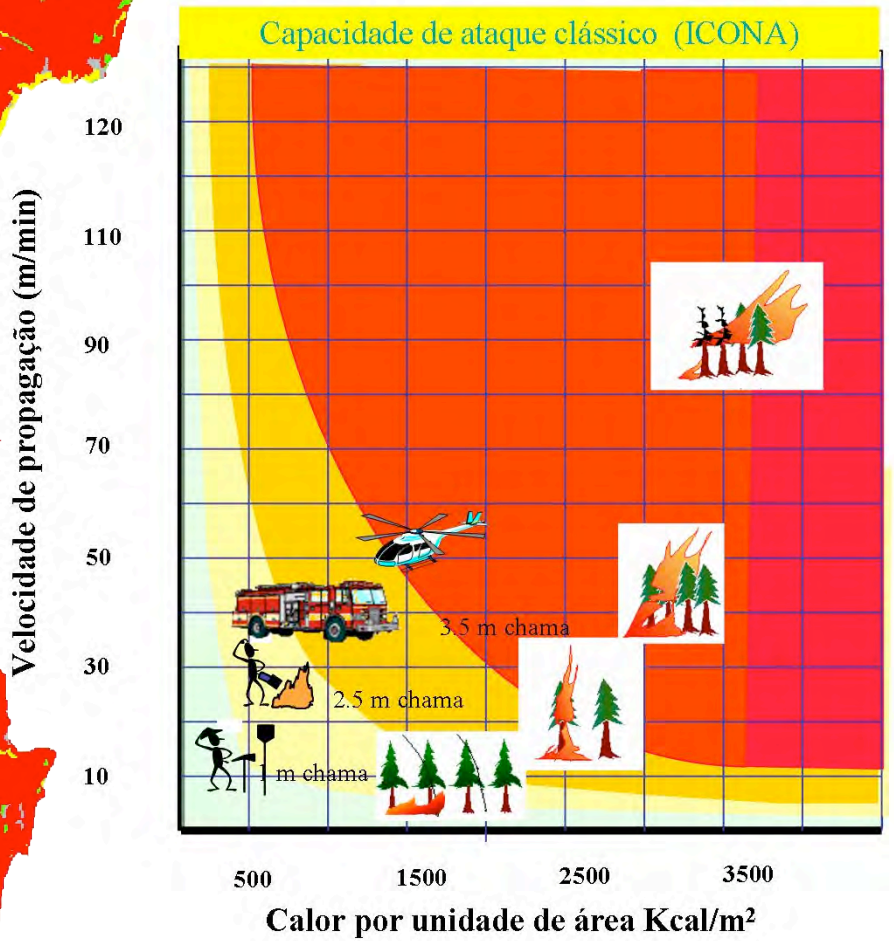
Simulações relevantes em Farsite4

Síntese das simulações desenvolvidas em Farsite4						
DATA	ÁREA (ha)	INCÊNDIO TIPO	VENTO QUDRANTE	VELOCIDADE MÁXIMA (Km/h)	FOGOS SECUNDÁRIOS (%)	HUMIDADE DE COMBUSTIVEIS (%)
1991/08/18	3 467	TOPOGRÁFICO VENTO	S NW	24	5	MÉDIO
1995/08/07	264	VENTO	NW	25	3	MÉDIO
2002/07/24	1 838	VENTO	NW	19	4	SECO
2005/07/19	10 924	VENTO	NW	20	5	SECO
2005/08/15	3 565	TOPOGRÁFICO VENTO	S NW	23	5	SECO
2006/08/12	38	VENTO	NW	23	3	MÉDIO

Simulações em FlamMap3

Mapa de comprimento chama





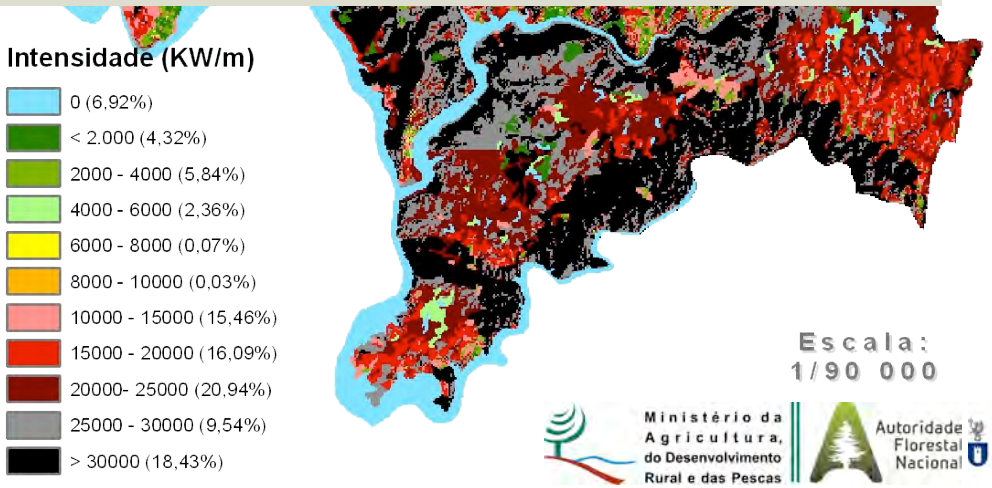
Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas

Autoridade Florestal Nacional

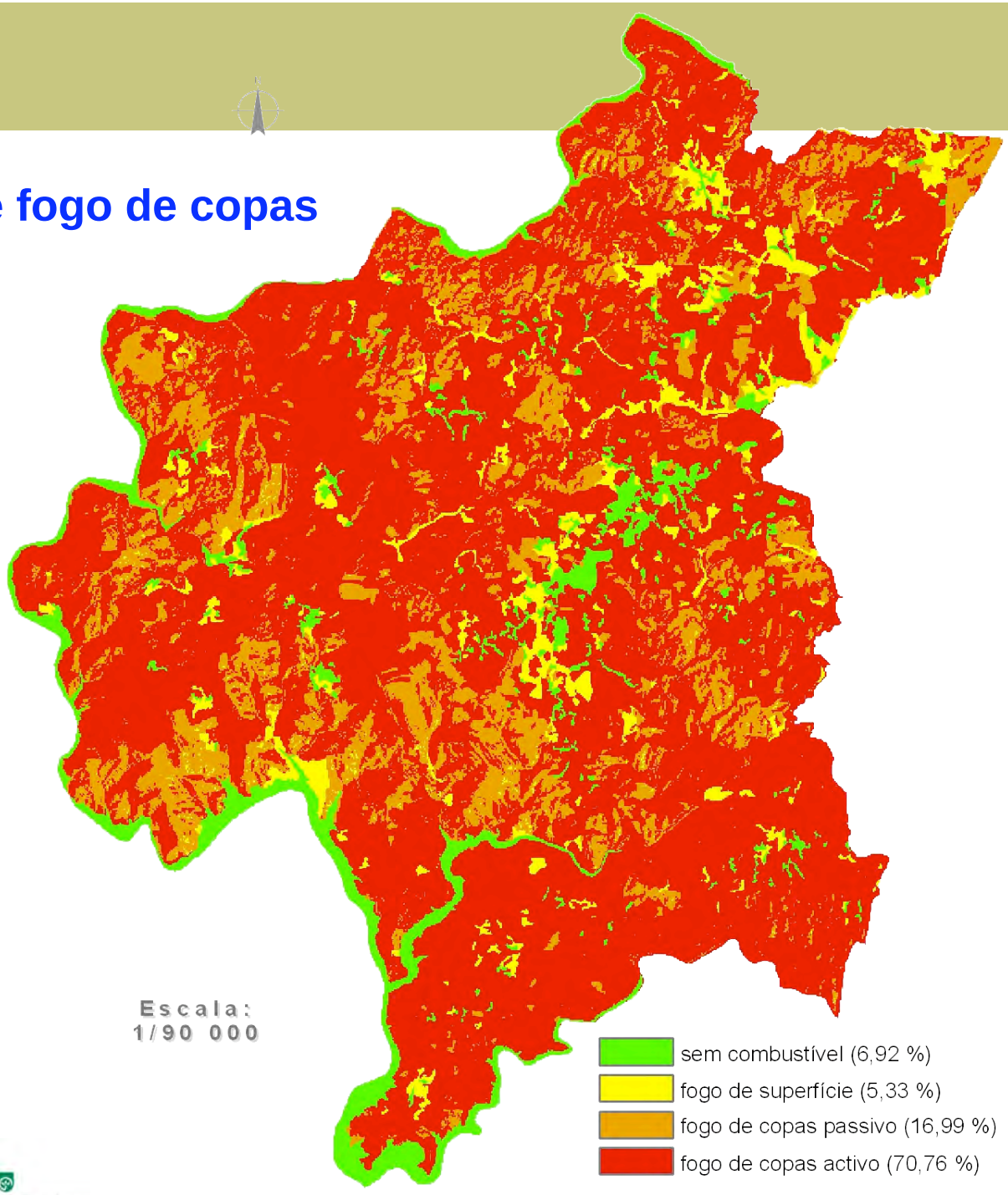
Mapa de intensidade de fogo

Intensidade < a 2000 KW/m supressão efectiva por meios terrestres	**11%**
Intensidade de 2000 KW/m a 4000KW/m supressão efectiva por meios aéreos	**6%**
Intensidade > a 4000 KW/m ataque à cabeça impossível, apenas possibilidade de contenção de flancos	**83%**

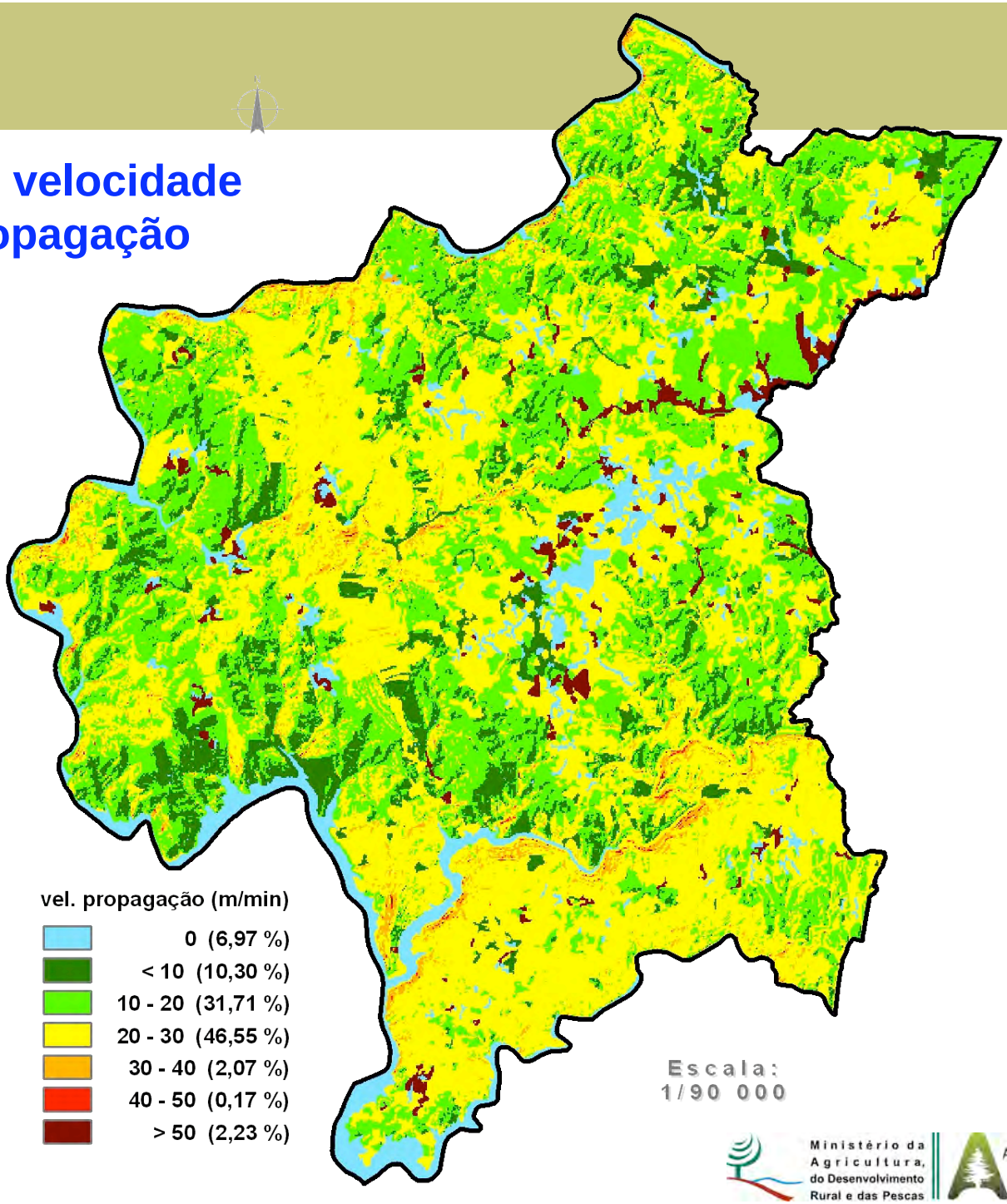
(Colin,2001)



Mapa de fogo de copas



Mapa de velocidade de propagação

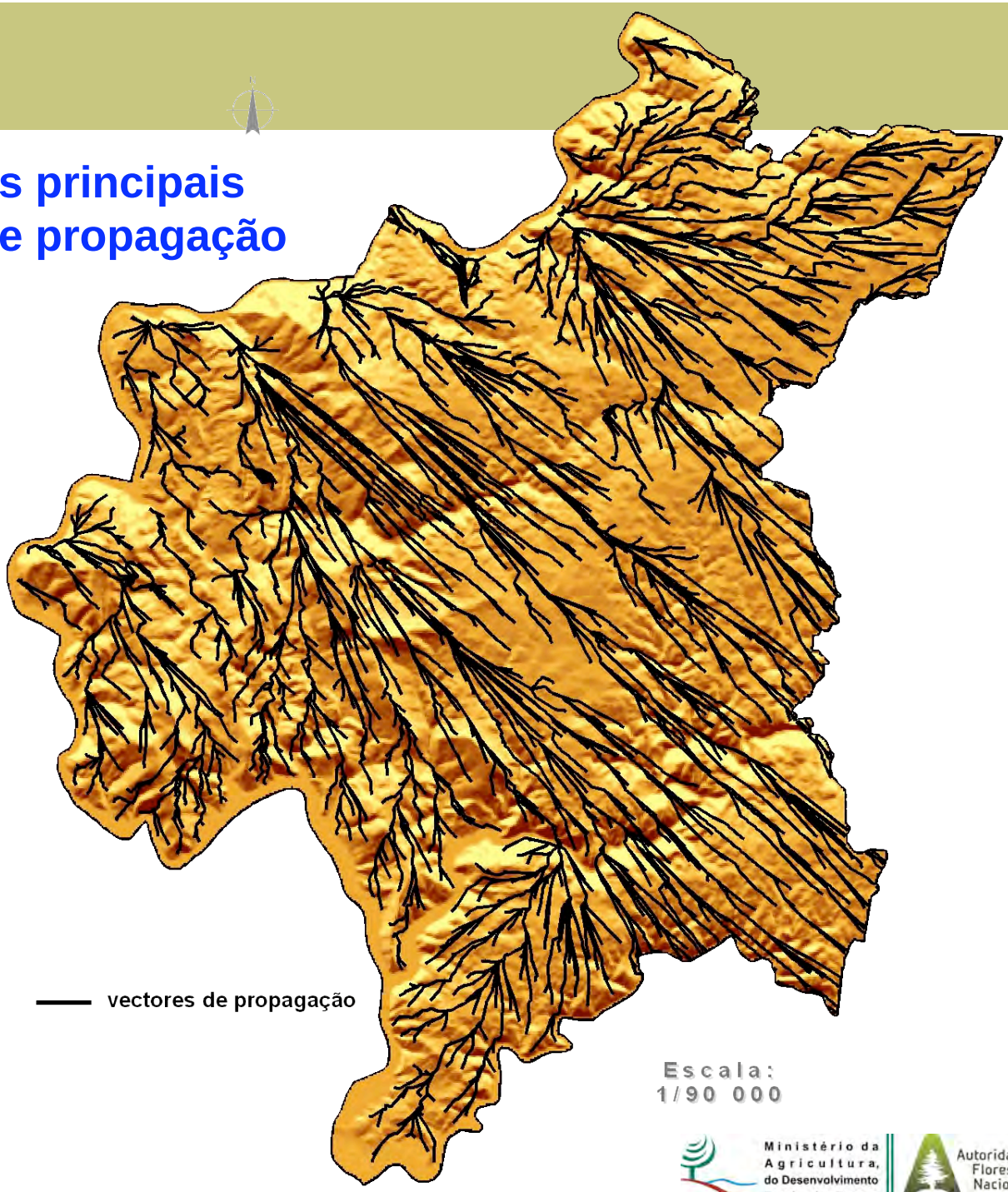


Escala:
1/90 000

Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas

Autoridade Florestal Nacional

Mapa dos principais vectores de propagação

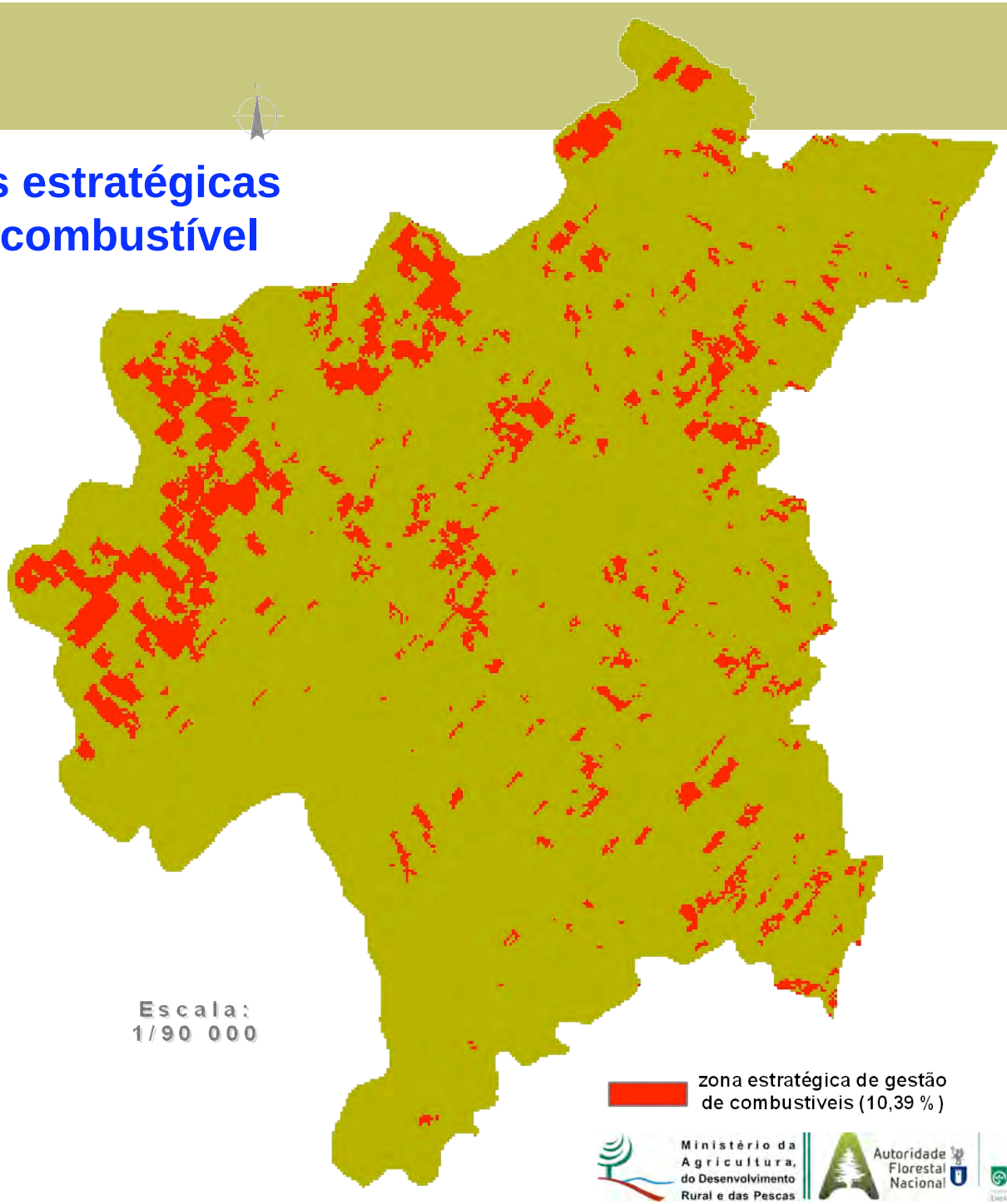


Escala:
1/90 000

Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas

Autoridade Florestal Nacional

Mapa de zonas estratégicas de gestão de combustível



Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas

Autoridade Florestal Nacional

BehavePlus3
Saltos de fogo em diferentes modelos de combustível

PPIN-04

Slope	ROS (max)	Heat per Unit Area	Fireline Intensity	Flame Length	Torch Tree Spot Dist
percent	m/min	kJ/m2	kW/m	m	km
10	29.4	25740	12602	6.0	0.6
15	29.7	25740	12735	6.0	0.6
20	30.1	25740	12921	6.0	0.6
25	30.7	25740	13160	6.1	0.6
30	31.4	25740	13452	6.1	0.6
35	32.2	25740	13798	6.2	0.6
40	33.1	25740	14196	6.3	0.6
45	34.1	25740	14647	6.4	0.6
50	35.3	25740	15152	6.5	0.6

EUC-03:

Slope	ROS (max)	Heat per Unit Area	Fireline Intensity	Flame Length	Torch Tree Spot Dist
percent	m/min	kJ/m2	kW/m	m	km
10	13.8	26658	6138	4.3	0.7
15	14.0	26658	6228	4.3	0.7
20	14.3	26658	6354	4.3	0.7
25	14.7	26658	6515	4.4	0.7
30	15.1	26658	6713	4.5	0.7
35	15.6	26658	6946	4.5	0.7
40	16.2	26658	7216	4.6	0.7
45	16.9	26658	7521	4.7	0.7
50	17.7	26658	7862	4.8	0.7

Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas
Autoridade Florestal Nacional

Saltos de fogo em diferentes modelos com tratamento de combustível

FOLC-01

Slope percent	ROS (max) m/min	Heat per Unit Area kJ/m2	Fireline Intensity kW/m	Flame Length m	Torch Tree Spot Dist km
10	1.2	2173	44	0.4	0.3
15	1.3	2173	45	0.4	0.3
20	1.3	2173	47	0.5	0.3
25	1.3	2173	48	0.5	0.3
30	1.4	2173	50	0.5	0.3
35	1.5	2173	53	0.5	0.3
40	1.5	2173	56	0.5	0.3
45	1.6	2173	59	0.5	0.3
50	1.7	2173	63	0.5	0.3

PPIN-05

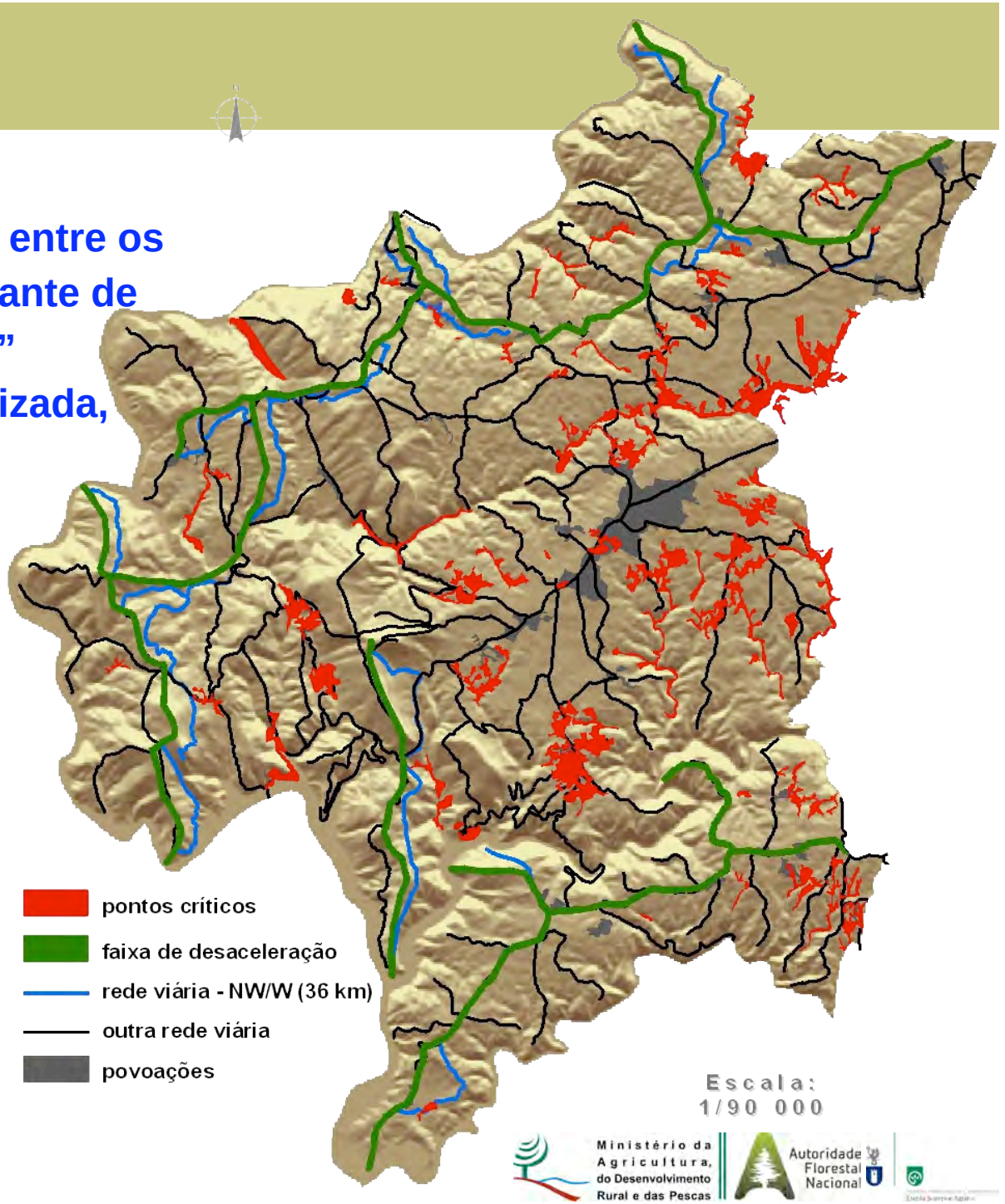
Slope percent	ROS (max) m/min	Heat per Unit Area kJ/m2	Fireline Intensity kW/m	Flame Length m	Torch Tree Spot Dist km
10	2.4	9277	373	1.2	0.3
15	2.5	9277	381	1.2	0.3
20	2.5	9277	393	1.2	0.3
25	2.6	9277	408	1.2	0.3
30	2.8	9277	426	1.3	0.3
35	2.9	9277	448	1.3	0.3
40	3.1	9277	472	1.3	0.3
45	3.2	9277	501	1.4	0.3
50	3.4	9277	532	1.4	0.3

Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas

Autoridade Florestal Nacional

Pontos críticos:
Intersecção espacial entre os PC e ocupação relevante de ter uma "autogestão" (agrícola ou artificializada, 624 ha).

Faixas de desaceleração:
Zonas de cumeada submetidas a GC para diminuir saltos de fogo e estabelecer linhas de ancoragem (496 ha).



4. Considerações Finais

1. **As análises desenvolvidas em Farsite4 confirmaram que:**

   - **os incêndios com maior área percorrida, tiveram uma forte componente associada a ventos do quadrante NW.**

   (com velocidades na ordem do 20 a 25 km/h, fora do ambiente de fogo, em anos particularmente secos)

2. **Os resultados em FlamMap3 demonstraram que:**

   perante incêndios com características idênticas aos estudados,

   - **cerca de 85 % do território não possibilita um ataque com equipamentos convencionais de supressão de incêndios florestais.**

3. Através do sistema BehavePlus3 observou-se que:

i) zonas de cumeada, com elevada densidade de combustíveis e com ventos na ordem dos 25 km/h,

- as potenciais distâncias de salto do fogo situam-se entre os 600 e 700 metros.

ii) as mesmas zonas, submetidas a gestão de combustíveis e redução de densidades,

- a projecção de fogos secundários reduz-se para valores de 300 metros.

4. Ao nível de infra-estruturação do território, os resultados obtidos permitem apoiar a decisão:

- na definição de locais estratégicos para a gestão de combustíveis e
- implantação da rede viária segundo as suas principais funções.

5. Condicionantes

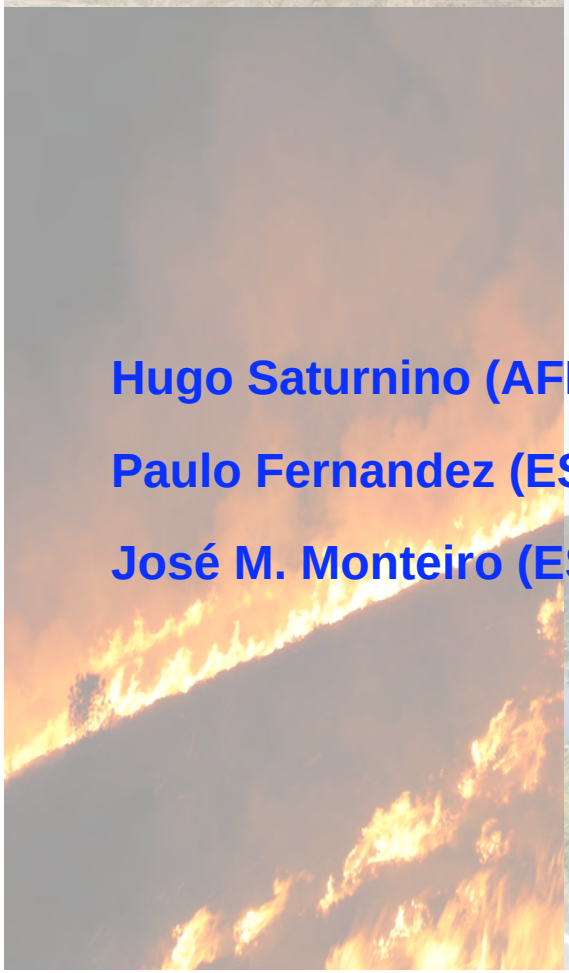
Tratamento de combustíveis - pontos críticos, constituição:

OCUPAÇÃO DO SOLO	ÁREA (%)	TRATAMENTO
Agricultura	66	Manutenção da agricultura
Floresta com espaços agrícolas	23	Manutenção da agricultura gestão de combustíveis essencialmente ao nível do subcoberto dos espaços florestais.
Matos, floresta e áreas agrícolas degradadas	8	Gestão de combustíveis com recurso ao uso do fogo controlado e/ou pastoreio.
Zonas urbanas e artificiais	3	Manutenção e aplicação do disposto no D.L 124/2006 (alterado por D.L 17/2009)

Faixas de desaceleração, constituição:

OCUPAÇÃO DO SOLO	ÁREA (%)	TRATAMENTO
Agricultura	19	Manutenção da agricultura
Floresta com espaços agrícolas	4	Manutenção da agricultura gestão de combustíveis essencialmente ao nível do subcoberto dos espaços florestais.
Matos e floresta degradada	4	Gestão de combustíveis com recurso ao uso do fogo controlado e/ou pastoreio.
Florestas de produção (eucalipto, p.bravo ou misto)	68	Intervenções de silvicultura preventiva: desramas, controle de densidades e gestão de matos (D.L 124/2006, alterado por D.L 17/2009). Manutenção sempre que possível com recurso ao uso do fogo controlado e pastoreio.
Zonas urbanas e artificiais	5	Manutenção e aplicação do disposto no D.L 124/2006 (alterado por D.L 17/2009).

FIM



Hugo Saturnino (AFN) - hugo.saturnino@afn.min-agricultura.pt

Paulo Fernandez (ESA/IPCB) – palex@esa.ipcb.pt

José M. Monteiro (ESA/IPCB) – jamonteiro@esa.ipcb.pt

Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas

Autoridade Florestal Nacional