



**Implementação de uma Zona de Intervenção  
Florestal no Concelho de Alcobaça na  
Componente de Defesa da Floresta Contra  
Incêndios**

**Rogério Paulo Cardoso Marques**

**Coimbra 2015**



**Instituto Politécnico de Coimbra**  
**Escola Superior Agrária**

**Implementação de uma Zona de Intervenção  
Florestal no Concelho de Alcobaça na  
Componente de Defesa da Floresta Contra  
Incêndios**

**Rogério Paulo Cardoso Marques**  
**Licenciado em Engenharia dos Recursos Florestais pela Escola  
Superior Agrária de Coimbra**

**Orientador Interno: Professor Doutor Joaquim Sande Silva**  
**Orientador Externo: Engenheiro Marco Mendes**

**Mestrado em Recursos Florestais**  
**Coimbra 2015**

## Agradecimentos

Este espaço limitado não me permite certamente agradecer, como deveria, a todas as pessoas que me apoiaram ao longo do meu percurso académico, direta ou indiretamente. Contudo, sinto que deveria distinguir aqueles que, de algum modo, contribuíram mais para a conclusão desta etapa da minha vida.

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à minha família, em especial os meus pais e irmã, por todo o apoio incondicional dado ao longo deste percurso e da vida, pois é graças a vocês que cheguei aqui. O vosso apoio constante permitir-me-á chegar mais longe.

À Associação de Produtores Florestais dos Concelhos de Alcobaça e Nazaré (APFCAN) pela oportunidade de integrar uma equipa fantástica, onde aprendo todos os dias a ser um melhor técnico. Agradeço em particular ao Sr. Morais, Eng. Teixeira, Eng. Pedro Monteiro, Eng. Marco Mendes, Eng. Cátia Vinagre e à Joana Luz pela paciência e ajuda prestada desde que cheguei à APFCAN, porque sem vocês também seria muito difícil. Quero prestar um agradecimento especial ao Eng. Marco Mendes por ser o meu orientador externo e pelas ideias e apoio na elaboração deste relatório. Prestar outro agradecimento especial ao Eng. Teixeira por todos os ensinamentos que me tem transmitido ao longo deste tempo.

Ao Professor Joaquim Sande Silva pelo seu apoio, incentivo e pelo amadurecimento dos meus conhecimentos e conceitos que me levaram à concretização deste trabalho.

À Inês Francisco, que sempre acreditou em mim, mesmo quando eu não acreditei. É também graças a ti que sou quem sou hoje. Agradeço-te do fundo do coração por todo o apoio, carinho, força e compreensão que tens demonstrado ao longo destes anos.

Por fim, aos meus amigos, em especial ao Nuno Ribeiro, Cristiano Carpalhoso, Cristóvão Moreira e Diogo Francisco, pelo apoio dado ao longo deste percurso e no dia a dia.

## Resumo

Na atualidade a floresta em Portugal enfrenta dois grandes problemas, os incêndios florestais e a estrutura da propriedade florestal privada (especialmente nas regiões Norte e Centro). As Zonas de Intervenção Florestal (ZIF) poderão representar uma solução para estes problemas. Deste modo, este relatório tem como objetivo criar uma ZIF no concelho de Alcobaça.

Através do trabalho de campo realizado neste estudo foi possível obter informações sobre a ocupação do solo e os modelos de combustível na ZIF criada. A caracterização dos modelos de combustível regeu-se pelos elaborados para Portugal Continental. Posteriormente ao trabalho de campo, elaborou-se uma rede secundária de faixas de gestão de combustível e mosaicos de prevenção estrutural de incêndios, com respetiva orçamentação e identificação das ações a realizar para redução do combustível. Simularam-se diversos focos de incêndio com o objetivo de avaliar a eficácia de cada infraestrutura para obter uma paisagem mais resiliente aos incêndios. Os *softwares* usados para o desenvolvimento deste estudo foram: *FARSITE 4*, *FlamMap 5*, *ArcGis 10.0* e *BehavePlus 5*. Por fim, realizou-se a análise estatística dos dados obtidos através do *software R*, utilizando o interface *RStudio*.

A ZIF criada tem uma área de cerca de 1287 hectares. A maior ocupação do solo é de cariz florestal, com o pinheiro-bravo a ser a espécie dominante. Os modelos de combustível V-MAb e V-Hb são os mais representativos, com perto de 70%. Esta ZIF é composta por 1072 propriedades totalmente inseridas, na qual o tamanho médio da propriedade é de 0.98 hectares. Nos mosaicos de prevenção estrutural de incêndios foram intervencionados 262.40 hectares, enquanto na rede secundária de faixas de gestão de combustível foram 130.75 hectares. O custo de tratamento por hectare é inferior nos mosaicos de prevenção estrutural de incêndios. Neste verificou-se uma redução da área ardida de cerca de 46%. Os testes estatísticos utilizados demonstraram diferenças estatisticamente significativas da área ardida nas diferentes paisagens.

Os mosaicos de prevenção estrutural de incêndios obtiveram resultados mais positivos relativamente à redução da área ardida. A implementação destes é mais vantajosa mesmo tendo um custo total maior.

**Palavras-Chaves:** “Zona de Intervenção Florestal”; “Propriedade”; “Modelos de Combustível”; “Mosaicos de Prevenção Estrutural de Incêndios”; “Rede Secundária de Faixas de Gestão de Combustível”

## Abstract

Presently Portuguese forest faces two major problems, forest fires and the structure of private forest property (specially in the North and Central regions). The forest intervention areas (ZIF) might represent a solution for these problems. As such, this report has the purpose of creating a ZIF in the municipality of Alcobça.

The field work performed in this study allowed to obtain information about soil occupation and the fuel models on the created ZIF. The characterization of the fuel models took into account the standards for mainland Portugal. After the field work, a fuel-break network of second order and fire structural prevention mosaics were elaborated, with respective budget and identification of the necessary actions to accomplish fuel reduction. Several fires were simulated with the purpose of evaluating which infrastructure was more efficient in obtaining a landscape more resilient to fires. *Software* used for the development of this study were: *FARSITE 4*, *FlamMap 5*, *ArcGis 10.0* and *BehavePlus 5*. Finally, statistical analysis was performed using the *R software* and the *RStudio* interface.

The ZIF created has an area of around 1287 hectares. The most important land use is forestry, with *Pinus pinaster* (pinheiro-bravo) being the dominant species. The fuel models V-MAb and V-Hb are the most representative, covering around 70% of the area. This ZIF is composed of 1072 properties totally inserted, in which the medium size of each property is 0.98 hectares. In the fire structural prevention mosaics 262.40 hectares were submitted to fuel management, as opposed to the 130.75 hectares of fuel-break network of second order. The treatment per hectare is inferior in the fire structural prevention mosaics in which a reduction of 46% of burnt area was observed. Statistical tests showed no significant differences in burned area on different landscapes.

The fire structural prevention mosaics provided better results regarding the reduction of burnt area. Their implementation is more advantageous despite having a higher total cost.

**Key words:** “Forest Intervention Areas”; “Propriety(ies)”; “Fuel models”; “Fire structural prevention mosaics”; “Fuel-break network of second order”

## Índice

1.	Introdução .....	1
1.1.	Contextualização.....	1
1.2.	Revisão bibliográfica .....	2
1.2.1.	Evolução da ocupação florestal em Portugal .....	2
1.2.2.	Setores florestais .....	5
1.1.3.	O proprietário florestal.....	6
1.1.4.	Enquadramento legal das zonas de intervenção florestal .....	9
1.1.5.	Enquadramento legal das redes secundárias de faixas de gestão de combustível .....	11
1.1.6.	Modelos de combustível .....	13
1.1.7.	Classificação dos modelos de combustível .....	14
1.1.8.	FlamMap.....	17
1.1.9.	FARSITE .....	18
1.2.	Objetivos .....	19
2.	Metodologia .....	20
2.1.	Área de estudo.....	20
2.1.1.	Enquadramento da área de estudo.....	20
2.1.2.	Breve caraterização da área de estudo.....	20
2.1.3.	Floresta no Concelho de Alcobaça .....	21
2.2.	Implementação da zona de intervenção florestal.....	22
2.3.	Trabalho de campo .....	24
2.3.1.	Material necessário para o trabalho de campo .....	26
2.4.	Trabalho de gabinete .....	26
2.4.1.	Digitalização da informação recolhida no campo e cadastro .....	26
2.4.2.	Elaboração da rede secundária de faixas de gestão de combustível.....	27
2.4.3.	Elaboração dos mosaicos de prevenção estrutural de incêndios .....	28
2.5.	Definição das técnicas de tratamento e orçamentação.....	30
2.6.	Simulação de incêndios nas diferentes paisagens.....	32
2.7.	Análise estatística .....	33
3.	Resultados .....	34
3.1.	Zona de intervenção florestal.....	34

3.1.1.	Ocupação do solo da zona de intervenção florestal .....	35
3.1.2.	Modelos de combustível da zona de intervenção florestal .....	36
3.1.3.	Espaço florestal da zona de intervenção florestal .....	38
3.1.4.	Cadastro da zona de intervenção florestal.....	40
3.2.	Rede secundária de faixas de gestão de combustível .....	42
3.3.	Mosaicos de prevenção estrutural de incêndios.....	43
3.4.	Orçamentação.....	46
3.5.	Área ardida nas diferentes paisagens.....	48
3.6.	Análise estatística .....	51
4.	Discussão .....	53
5.	Conclusão.....	59
6.	Bibliografia.....	60
Anexos	.....	64
Anexo I	.....	64
Anexo II	.....	67
Anexo III	.....	77

## Índice de Tabelas

Tabela 1-Evolução da Ocupação Florestal.....	4
Tabela 2- Classificação dos Modelos de Combustível (adaptado de Fernandes e colaboradores) <sup>(21)</sup> .....	16
Tabela 3-Matriz de classificação do grupo de modelos de combustível (adaptado de Fernandes e colaboradores) <sup>(21)</sup> .....	17
Tabela 4-Ocupação do Solo no Concelho de Alcobaça por Freguesias.....	21
Tabela 5-Espécies Florestais e respetivos Acrónimos .....	25
Tabela 6-Classes da Cobertura de Copas.....	29
Tabela 7-Modelos de Combustível da Paisagem Ideal.....	30
Tabela 8-Ocupação do Solo na Zona de Intervenção Florestal .....	36
Tabela 9-Modelos de Combustível da Zona de Intervenção Florestal.....	37
Tabela 10-Espécies Florestais na Zona de Intervenção Florestal.....	39
Tabela 11-Estrutura da Propriedade Florestal Privada da ZIF.....	41
Tabela 12-Faixas de Gestão de Combustível.....	42
Tabela 13-Área dos Mosaicos Sujeitos a Tratamento .....	44
Tabela 14-Modelos de Combustível presentes nos Mosaicos .....	44
Tabela 15-Nome científico das espécies florestais .....	70
Tabela 16-Custom Models.FMD .....	72
Tabela 17-Moistures.FMS.....	72
Tabela 18-Weather Files.WTR .....	72
Tabela 19-Wind Files.WND.....	73
Tabela 20-Adjustments.ADJ.....	74
Tabela 21-Base de Dados RStudio .....	76
Tabela 22-Área ardida por Ponto de Ignição e por Paisagem.....	76
Tabela 23-Simulação Paisagem Atual sem Alterações.....	79
Tabela 24-Simulação Paisagem com Mosaicos de Prevenção Estrutural de Incêndios.	80
Tabela 25-Simulação Paisagem com Rede Secundária de Faixas de Gestão de Combustível.....	81
Tabela 26-Orçamento Mosaicos de Prevenção Estrutural de Incêndios .....	82
Tabela 27-Orçamento Rede Secundária de Faixas de Gestão de Combustível.....	84

## Índice de Figuras

Figura 1-Principais características das propriedades e proprietários florestais privados	8
Figura 2-Área Florestal sujeita a Regime Florestal e ZIF no Concelho de Alcobaça.....	22
Figura 3-Equação do Índice de Gravelius .....	23
Figura 4-Nova Zona de Intervenção Florestal .....	34
Figura 5-Ocupação do Solo na Zona de Intervenção Florestal.....	35
Figura 6-Modelos de Combustível na Zona de Intervenção Florestal.....	37
Figura 7-Espécies Florestais na Zona de Intervenção Florestal.....	38
Figura 8-Cadastro da Zona de Intervenção Florestal .....	40
Figura 9-Rede Secundária de Faixas de Gestão de Combustível na Zona de Intervenção Florestal .....	42
Figura 10-Mosaicos de Prevenção Estrutural de Incêndios na Zona de Intervenção Florestal .....	43
Figura 11-Oportunidades de Tratamento na Zona de Intervenção Florestal .....	45
Figura 12-Área ardida na Paisagem Atual .....	48
Figura 13-Área Ardida na Paisagem com os Mosaicos de Prevenção Estrutura de Incêndios.....	49
Figura 14-Área Ardida na Paisagem com a Rede Secundária de Faixas de Gestão de Combustível.....	50
Figura 15-Teste de Kruskal-Wallis .....	51
Figura 16-Teste Comparações Múltiplas .....	51
Figura 17-Valor Médio e Desvio Padrão das Diferentes Paisagens.....	52
Figura 18-Enquadramento Geográfico do Concelho de Alcobaça .....	65
Figura 19-Ocupação do Solo no Concelho de Alcobaça .....	66
Figura 20-Secções de Ortofotomapa usadas no campo.....	68
Figura 22-Modelo de Combustível M-EUC.....	69
Figura 24-Modelo de Combustível V-Hb em Ec.....	69
Figura 25-Modelo de Combustível V-MAb em Pb.....	69
Figura 21-Modelo de Combustível V-MAb em Ec .....	69
Figura 23-Modelo de Combustível V-MAa em Pb.....	69
Figura 27-Modelo de Combustível M-PIN-.....	70
Figura 26-Modelo de Combustível F-PIN.....	70
Figura 28-Classe de Cobertura de Copas.....	71
Figura 29-Ignições na Zona de Intervenção Florestal.....	75
Figura 30-Nova Zona de Intervenção Florestal .....	78

## Índice de Gráficos

Gráfico 1-Evolução da Ocupação Florestal.....	3
Gráfico 2-Espécies florestais vs modelos de combustível.....	39
Gráfico 3-Orçamento Total por Mosaico.....	46
Gráfico 4-Valor por hectare dos mosaicos .....	46
Gráfico 5-Orçamento Total por Faixas de Gestão de Combustível.....	47
Gráfico 6-Valor por Hectare das Faixas de Gestão de Combustível.....	47

## **Lista de Abreviaturas**

ZIF - Zona de Intervenção Florestal

FFP - Fundo Florestal Permanente

ICNF - Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas

GEP - Gabinete de Estratégia e Planeamento

VAB - Valor Acrescentado Bruto

PROF - Plano Regional de Ordenamento Florestal

PGF - Plano de Gestão Florestal

PEIF - Plano Específico de Intervenção Florestal

FGC - Faixa de Gestão de Combustível

NFFL - Northern Forest Fire Laboratory

ICONA - Instituto para la Conservación de la Naturaleza

MTT - Minimum Travel Time

TOM - Treatment Optimization Model

LCP - Ficheiro da Paisagem

FMS - Ficheiro da Humidade dos Combustíveis

FMD - Ficheiro dos Modelos de Combustível

WND - Ficheiro do Vento

WTR - Ficheiro da Meteorologia

ADJ - Ficheiro de Ajustamentos

CAOF - Comissão de Acompanhamento para as Operações Florestais

APFCAN - Associação de Produtores Florestais dos Concelhos de Alcobaça e Nazaré

# 1. Introdução

## 1.1. Contextualização

A floresta é um sistema complexo e dinâmico, com uma panóplia de flora e fauna característica de cada região Portuguesa. De facto, as espécies florestais dominantes das regiões Norte, Centro e Sul são bastante diferentes, devido a diversos fatores como o tipo de solo, condições meteorológicas, entre outros. Contudo, existem fatores externos não dependes da Natureza em si, mas das condições socioeconómicas do País, mais concretamente dos proprietários florestais.

O perfil do proprietário florestal em Portugal difere consoante a região do País. As regiões Norte e Centro são caracterizadas por proprietários com parcelas de muito pequena dimensão, contrastando fortemente com a zona Sul, onde estes possuem parcelas de média e grande dimensão<sup>(1-3)</sup>.

No que concerne a política florestal em Portugal, esta iniciou-se por privilegiar os terrenos sob regime florestal e as propriedades comunais (baldios) no âmbito das arborizações. Posteriormente, o Governo apoiou a arborização de terrenos privados especialmente na zona Sul, onde predominam as propriedades de grande dimensão. Assim, seria mais fácil a articulação dos recursos nesta zona comparativamente com a zona Norte, uma vez que, para a zona Sul seria necessário contactar com menos proprietários, facilitando o sucesso das ações<sup>(1, 2)</sup>.

Os incêndios florestais representam outro problema que Portugal tem de enfrentar. De facto, nos anos de 2003 e 2005 arderam mais de 300.000 hectares. No rescaldo destes anos foram tomadas medidas políticas e legislativas, destacando-se a criação do Concelho Nacional de Reflorestação, elaboração do Plano Nacional de Defesa da Floresta Contra Incêndios e a criação do Fundo Florestal Permanente (FFP)<sup>(4)</sup>.

Portugal apresenta uma paisagem muito fragmentada, composta por parcelas de terreno muito pequeno pertencente a vários proprietários. Em termos estatísticos, o nosso País é o que apresenta a maior percentagem de território afetado por incêndios florestais comparativamente com os restantes países da Europa. Por outro

lado, é o país na Europa com maior percentagem de floresta privada<sup>(5)</sup>. De notar, que os proprietários florestais privados representam três quartos da superfície florestal do continente<sup>(6)</sup>.

De forma a combater estas problemáticas, o Estado criou as Zonas de Intervenção Florestal (ZIF), regulamentando-as em 2005. Uma Zona de Intervenção Florestal define-se por uma área territorial contínua e delimitada, constituída maioritariamente por espaços florestais e gerida por uma só entidade. Num panorama geral, o objetivo das ZIF é superar as dificuldades causadas nas regiões onde predomina o minifúndio, garantindo uma gestão adequada e eficiente dos espaços florestais por uma entidade. Esta gestão pode recorrer aos apoios fornecidos pelo Estado e/ou União Europeia, mais concretamente os quadros de apoio comunitário<sup>(7)</sup>.

## **1.2. Revisão bibliográfica**

### **1.2.1. Evolução da ocupação florestal em Portugal**

No século XIX iniciou-se as arborizações/rearborizações, com diversos objetivos como a fixação das dunas litorais (pela ameaça às culturas agrícolas), a procura de resina e a valorização da cortiça por parte da indústria. Estes reflorestamentos permitiram a proteção de espécies nativas, o que levou ao melhoramento da paisagem anteriormente degradada (segundo estimativas feitas entre 1802-1807, Varnhagen citou uma melhoria em 15% do território)<sup>(2)</sup>. Por outro lado, o manuscrito intitulado “Relatório Acerca da Arborização Geral do País de 1868”, refere que quase metade do território nacional era dominado pelos usos incultos, pousios e charnecas<sup>(8)</sup>.

A partir da 3ª Revisão do Inventário Florestal Nacional (IFN4), realizado entre 1995 e 1998, iniciou-se a análise da evolução da ocupação florestal em Portugal. Nesta data, a floresta ocupava cerca de 3.349.327 hectares onde se destacavam as seguintes espécies: pinheiro-bravo com 976.069 hectares; o sobreiro com 712.813 hectares; 672.149 hectares de eucalipto; e finalmente, a azinheira com 461.577 hectares. A área de incultos era de 2.054.571 hectares<sup>(9)</sup>.

No 5º Inventário Florestal Nacional, realizado entre dezembro de 2005 e junho de 2006, a floresta aumentou para os 3.458.557 hectares. O pinheiro-bravo desceu

para os 885.019 hectares. O eucalipto passou a ser a segunda espécie florestal com maior representatividade em Portugal, com 739.515 hectares. Quanto ao sobreiro observou-se uma ligeira subida para os 715.992 hectares. Por outro lado, a azinheira teve um decréscimo para os 412.878 hectares. Os incultos diminuíram para os 1.926.630 hectares<sup>(10)</sup>.

Por fim, o último Inventário Florestal Nacional, iniciado em 2010 e com apresentação dos resultados preliminares em fevereiro de 2013, demonstrou que a ocupação florestal em Portugal decaiu para os 3.154.800 hectares. O eucalipto passou a ser a espécie florestal com maior representatividade no território nacional com 811.943 hectares, seguido pelo sobreiro (736.775 hectares) e pinheiro-bravo (714.445 hectares). A azinheira manteve a tendência de decréscimo (331.179 hectares), enquanto que, os incultos (matos e pastagens espontâneas) tiveram um aumento significativo para 2.853.228 hectares<sup>(11)</sup>.

O gráfico e tabela seguintes resumem a evolução da ocupação florestal dos últimos 30 anos.

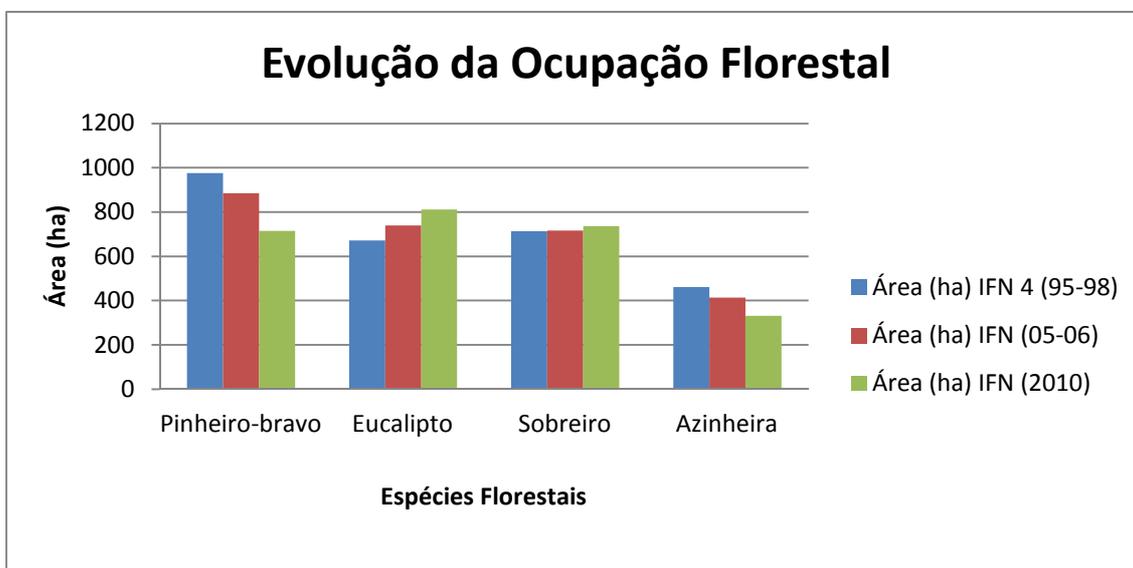


Gráfico 1-Evolução da Ocupação Florestal

Tabela 1-Evolução da Ocupação Florestal

Espécies Florestais	Área (ha)		
	IFN 4 (95-98)	IFN (05-06)	IFN (2010)
Pinheiro-bravo	976.069	885.019	714.445
Eucalipto	672.149	739.515	811.943
Sobreiro	712.813	715.992	736.775
Azinhreira	461.577	412.878	331.179
<b>Ocupação Florestal</b>	<b>3.349.327</b>	<b>3.458.557</b>	<b>3.154.800</b>

Os dados dos Inventários Florestais Nacionais foram recolhidos no *website* do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) em fevereiro de 2015. Na tabela 1, observou-se um aumento do eucalipto ao longo dos anos. Este aumento pode ser explicado pelo desenvolvimento das indústrias de celulose, principalmente nas regiões Centro e Sul<sup>(2)</sup>. O mesmo autor cita que em 1966, o eucalipto tinha uma percentagem de ocupação de 3.5 da superfície florestal. Em 1979, a superfície deste aumentou para os 7.3%, tendo um incremento de mais do dobro<sup>(2)</sup>. Desde então tem sido um aumento exponencial da sua área de ocupação.

Contrariamente ao eucalipto, o pinheiro-bravo perdeu a sua preponderância de espécie florestal com maior percentagem de superfície ocupada, atualmente ocupa o terceiro lugar. Este declínio pode ser explicado pelas várias pragas que atacam esta espécie, tais como a processionária (*Thaumetopoea pityocampa*), escolitídeos (*Ips sexdentatus*, *Orthotomicus erosus*, *Tomicus piniperda* e *T. destruens*) e mais recentemente o Nemátode da Madeira do Pinheiro (*Bursaphelenchus xylophilus*), desencorajando os proprietários florestais a efetuar arborizações com esta espécie<sup>(12)</sup>. Por outro lado, o pinheiro-bravo demora cerca de 50-60 anos a atingir o termo de explorabilidade comparativamente com os 10-12 anos para o eucalipto. Por estas razões os proprietários florestais preferem reconverter os seus povoamentos. A desvalorização da madeira de pinho ocorrida na última década reforça esta problemática, pois a madeira antigamente usada para construção e serração é atualmente consumida para pellets.

No que concerne ao sobreiro, este teve um pequeno aumento durante os vários anos, concentrando-se mais na zona Sul, onde predominam as grandes propriedades. Esta espécie é associada também à pastorícia (silvopastorícia), conseguindo-se assim um rendimento do sobreiro e do gado, uma vez que, ambos

beneficiam da presença um do outro. O facto de o sobreiro ser uma espécie protegida também explica o seu aumento. O Decreto-Lei nº 169/2001, de 25 de maio, com alterações constantes no Decreto-Lei nº 155/2004, de 30 junho, define a proteção do sobreiro e da azinheira, proibindo a reconversão desses povoamentos, assim como o corte dos mesmos sem um pedido de autorização previamente remetido ao ICNF.

Contudo, a tendência de aumento registada no sobreiro não se verificou na azinheira, pois apesar de ser uma espécie igualmente protegida, observou-se uma diminuição significativa sua área.

Por fim, a floresta é o uso do solo dominante no território continental, com 35.4% em 2010<sup>(11)</sup>. Esta diminuiu a sua área de influência desde 2005-2006, tendo perdido cerca de 300.000 hectares em 5 anos. A perda referida é explicada pelos incêndios que têm assolado Portugal nos últimos anos.

### **1.2.2. Setores florestais**

O Gabinete de Estratégia e Planeamento (GEP) referiu que o setor florestal concebe cerca de 100.000 postos de trabalho, representado 4% do emprego nacional. Contudo, na última década verificou-se um decréscimo de emprego no setor, a rondar os 30.000 postos de trabalho. Este setor representa também cerca de 10% das exportações de bens e 2% do Valor Acrescentado Bruto (VAB)<sup>(13)</sup>.

Na fileira da madeira de serração houve um desaparecimento das pequenas serrações, passando de 750 para 466 do ano 2000 para 2010. Esta fileira contribui com 45.300 postos de trabalho nas atividades relacionadas com a cadeia de produção, como por exemplo serração, carpintaria e mobiliário. As exportações nesta fileira têm aumentado desde o ano 2000, tendo representado em 2013 cerca de 2.6% das exportações nacionais<sup>(13)</sup>.

A fileira da pasta e do papel fornece cerca de 10.600 empregos. Este setor é fundamentalmente exportador, tendo representado 4.9% das exportações nacionais em 2013<sup>(13)</sup>.

O setor da cortiça representa 2% das exportações nacionais. O número de empregos gerados por este setor ronda os 8.000, com 523 empresas registadas em 2010. Nesta fileira torna-se importante referir que o volume financeiro das exportações é superior ao das importações<sup>(13)</sup>.

A fileira da biomassa para energia aumentou nos últimos anos a sua capacidade de centrais (dedicadas e em cogeração), considerando ainda as unidades indústrias de produção de pellets e briquetes. Segundo o GEP, este setor contribui com 1.724 postos de trabalho em 2012, representando 0.1% do emprego nacional<sup>(13)</sup>.

O setor da resina teve uma diminuição dramática da sua produção nos últimos 20 anos. No início da década de noventa este setor apresentava valores de produção superiores a 60.000 toneladas. Em 2011 e 2012, este setor apresentava valores de produção a rondar 6.000 toneladas de resina por ano. Contudo, tem-se registado um aumento do interesse na extração de resina. Deste modo, observa-se um aumento de produção da resina bem como do preço à porta da fábrica. No ano de 2011, 10 empresas de fabricação de resinosos e seus derivados encontravam-se registadas<sup>(13)</sup>.

Por fim, a fileira dos frutos de casca rijas, que contempla frutos secos como: avelãs, nozes, amêndoas, castanhas, pinhões, entre outros. De considerar que parte da produção provém de áreas agrícolas ou agroflorestais. Esta fileira não tem grande expressão nas exportações florestais, não chegando a atingir os 0.1% das exportações nacionais. Dentro desta panóplia de frutos secos destacam-se a castanha e o pinhão, contribuindo, respetivamente, com cerca de 68% e 30% das exportações de frutos secos e com 0.09% e 0.03% das exportações nacionais<sup>(13)</sup>. Este número é explicado pelo aumento das áreas arborizadas com pinheiro-manso e castanheiro. De facto, entre 1995 e 2010, registou-se um incremento de 54% na área de pinheiro-manso e de 48% na área do castanheiro<sup>(11)</sup>.

### **1.1.3. O proprietário florestal**

O regime da propriedade fundiária florestal pode dividir-se em quatro tipos: propriedade pública, propriedade comum, propriedade privada da indústria florestal e propriedade privada de particulares. Coelho cita ainda que “A propriedade é pública

quando a coisa que constitui o respetivo objeto está apropriada pelo Estado ou Corporações Públicas (Autarquias ou outras) ”. Um bom exemplo de propriedade comum são os baldios, em que a propriedade pertence a todas as pessoas da região, podendo só estas usá-la, devido à circunscrição administrativa. A propriedade privada, tanto da indústria florestal como a de particulares, pertence a uma pessoa singular ou coletiva, podendo só estes indivíduos tirarem benefício dela<sup>(1)</sup>.

O nosso País pode ser decomposto pelos diferentes regimes de propriedade. Assim, Portugal é o país da Europa com menor percentagem de área florestal detida pelo Estado, apenas 2%. Os terrenos comunais, anteriormente referenciados como baldios, representam 8% da área florestal Portuguesa. A propriedade privada da indústria florestal incorpora 4%, onde se destaca a indústria papelreira. Por fim, a propriedade privada de particulares representa 86% da área florestal em Portugal<sup>(14)</sup>.

O domínio da propriedade florestal privada em Portugal torna-se evidente. De referir no entanto que as estruturas que as caracterizam são bastantes diferentes de Norte a Sul do País. A Norte do rio Tejo, a floresta privada caracteriza-se pela predominância das parcelas de muito pequena dimensão e pela prevalência do pinhal e do eucaliptal, com o objetivo de produzir lenho. A Sul do rio Tejo dominam as propriedades de grande dimensão, frequentemente associadas a atividades agrícolas, silvícolas e de pastorícia, com predomínio do sobreiro e da azinheira<sup>(1)</sup>.

Coelho realizou um estudo sobre a estrutura da propriedade florestal privada nas regiões Norte, Centro, Ribatejo, Alentejo e Algarve. Neste estudo concluiu-se que a maioria dos proprietários privados, no Norte e Centro de Portugal, possui propriedades com áreas inferiores a 5 hectares. Contudo, no Alentejo e Ribatejo dominam os proprietários com grandes propriedades (mais de 100 hectares). Embora existam muitos proprietários com pequenas propriedades, nas regiões do Alentejo e Ribatejo, a área que estes detêm é pouco significativa relativamente ao total da área florestal destas regiões. Na região do Algarve, a estrutura da propriedade apresenta características intermédias, onde a pequena propriedade é dominante mas, a propriedade de grande dimensão também é significativa<sup>(1)</sup>.

Por fim, um outro estudo efetuado por Batista e Santos em 2005, pretendeu estabelecer a correlação entre a dimensão da propriedade, as espécies florestais, as características de gestão florestal e os objetivos dos proprietários privados. O resultado obtido por este estudo encontra-se explanado na figura 1<sup>(13)</sup>.

Dimensão da propriedade	Menos de 1 ha	Menos de 5 ha	Entre 5 a 20 ha	Entre 5 a 100 ha	Mais de 20 ha
Número de proprietários	31%	30%	14%	10%	15%
Área	10%	16%	12%	7%	55%
Espécies principais	Pinheiro bravo	Pinheiro bravo castanheiro	Eucalipto		Sobreiro e azinheira
Investimento	Ausência de investimento		Presença de investimento		
Práticas de gestão	Em geral não retira produção	A realização de produção obedece a imperativos de conjuntura		Parte significativa dos proprietários acompanha a mata	
Rendimento ou património	Satisfação de necessidades económicas conjunturais Fundo de poupança Irregularidade no rendimento			Expressão na economia do proprietário Contabilidade organizada	

Figura 1-Principais características das propriedades e proprietários florestais privados

Através da figura 1 é possível verificar que 61% dos proprietários em Portugal possui propriedades com menos de 5 hectares, existindo uma forte ausência de investimento. Esta constatação repercute-se nas irregularidades dos rendimentos.

Batista e Santos realizaram um inquérito com o intuito de caracterizar os proprietários florestais, em 26 freguesias distribuídas por diversas regiões do Continente, inquirindo no total 2406 proprietários. O estudo concluiu que os proprietários são na sua maioria homens com mais de sessenta anos e, mais de um terço dos proprietários, apresenta uma idade superior a setenta anos. Mais de 70% dos proprietários tem pelo menos um descendente direto e aproximadamente 50% terminou o 1º ciclo escolar (4.ª classe). Na altura do estudo mais de metade declarou-se como reformado<sup>(6)</sup>.

#### **1.1.4. Enquadramento legal das zonas de intervenção florestal**

Segundo o ICNF, a 11 de fevereiro de 2015, existem 165 ZIF em Portugal. A região Norte apresenta 38 ZIF cobrindo uma área de 146.000 hectares, a região Centro tem 75 ZIF totalizando 299.000 hectares, Lisboa e Vale do Tejo tem 29 ZIF com um total de 310.000 hectares, Alentejo tem apenas 6 ZIF com uma área total de 34.000 hectares e o Algarve apresenta 17 ZIF o que perfaz 69.000 hectares.

O Decreto-Lei nº 27/2014, de 18 de fevereiro, estabelece o regime de criação, funcionamento e extinção das ZIF. Este foi analisado durante a execução deste estudo com o intuito de perceber quais requisitos mínimos necessários para criar uma ZIF.

Como referido anteriormente, o objetivo de uma ZIF é aglomerar o máximo de área possível, contínua e de caráter florestal, gerido apenas por uma entidade responsável pela sua gestão. Estes objetivos vão ao encontro de uma melhor eficiência de recursos e combatem o minifúndio, representando este último um dos maiores problemas das zonas Centro e Norte. Por outro lado, como a ZIF é passível de ser gerida apenas por uma entidade, evita os conflitos de interesse entre os vários proprietários florestais. De facto, os antigos quadros comunitários e os novos que se avizinham (PDR 2020) priorizam as ZIF, dando até apoios majorados para estimular a criação das mesmas. Assim sendo, consegue-se uma maior centralização dos recursos disponíveis, evitando a dispersão e/ou o não aproveitamento dos mesmos. A criação da ZIF tem ainda um objetivo muito importante, uma vez que, pretende tornar o território mais resiliente aos incêndios florestais através da sua infraestruturização, defendendo assim os investimentos efetuados tanto pelo privado como pelo público<sup>(3)</sup>.

A delimitação de uma ZIF pode incorporar qualquer tipo de área, independentemente do seu uso e proprietário, com a exceção de não poder integrar áreas florestais de domínio privado do Estado. Esta exceção pode ser retirada se os responsáveis pelas áreas florestais observarem que existe interesse destas pertencerem a uma ZIF. A delimitação espacial de uma ZIF tem de respeitar os seguintes requisitos obrigatórios:

- Superfície mínima de 750 hectares, com a inclusão no mínimo 50 proprietários ou produtores florestais e de 100 prédios rústicos;
- Percorrer território contínuo, não sendo aceite quaisquer áreas excluídas no seu interior;
- Implantar-se em território de um único PROF (excecionalmente pode integrar mais de um PROF);
- Coeficiente de compacidade (índice de Gravelius) inferior a três, calculado a uma escala de 1:25000;
- A constituição de uma ZIF perto de outra existente não deve inviabilizar uma eventual constituição de uma ZIF intermédia. Caso inviabilize, deve-se promover o alargamento e continuidade do território inserido em ZIF;
- A delimitação territorial da ZIF deve respeitar os limites dos prédios rústicos e apoiar-se, de preferência, em pontos notáveis da paisagem como por exemplo a rede viária, rede ferroviária, linhas de cumeada e linhas de água.

As delimitações das ZIF devem ainda ter em consideração os seguintes critérios específicos: o uso da rede primária de faixas de gestão de combustível, faixas de interrupção ou gestão de combustível com largura superior a 250 metros (albufeiras, áreas sociais, entre outros), os limites administrativos de freguesia e concelho, entre outros.

Posteriormente à definição da delimitação da ZIF é necessário a criação de um núcleo fundador. O núcleo fundador é o conjunto de proprietários ou produtores florestais que possuem no mínimo 5% dos prédios rústicos, contínuos ou contíguos, com uso florestal, da área proposta para a ZIF. Este núcleo pode nomear um representante para a constituição da ZIF.

A constituição de uma ZIF passa por várias fases, nomeadamente: consulta prévia; consulta pública; e por fim, uma audiência final. O procedimento associado às consultas e audiência final encontra-se explanado em pormenor no Decreto-Lei nº 27/2014.

Após a constituição da ZIF é necessário elaborar os seguintes documentos:

- Regulamento interno;
- Plano de gestão florestal (PGF), com horizonte de planeamento de 25 anos;
- Plano específico de intervenção florestal (PEIF), com horizonte de planeamento de 5 anos;
- Inventário da estrutura e da propriedade;
- Carta com limite territorial referenciada à carta militar, escala de 1:25000;
- Relação dos proprietários e produtores florestais aderentes.

De referir que existem guias técnicos para apoiar a elaboração dos PGF e PEIF, podendo estes ser consultados no *website* do ICNF.

#### **1.1.5. Enquadramento legal das redes secundárias de faixas de gestão de combustível**

O Sistema Nacional de Defesa da Floresta Contra Incêndios encerra um conjunto de medidas e ações, articulando todas as instituições a nível nacional relativamente ao planeamento, intervenção, prevenção e proteção das florestas contra incêndios. Este sistema está legalmente enquadrado pelo Decreto-Lei nº17/2009 de 14 de janeiro.

O planeamento apresenta três níveis de atuação: nível nacional (Plano Nacional de Defesa da Floresta Contra Incêndios), nível distrital (Plano Distrital de DFCI) e nível municipal (Plano Municipal de DFCI).

Por outro lado, foram elaboradas as Redes de Defesa da Floresta Contra Incêndios (RDFCI) de forma a organizar o território. Estas integram as seguintes componentes:

- Redes de faixas de gestão de combustível;
- Mosaico de parcela de gestão de combustível;
- Rede viária florestal;

- Rede de pontos de água;
- Rede de vigilância e deteção de incêndios;
- Rede de infraestruturas de apoio ao combate.

A gestão de combustível, das redes de faixas de gestão de combustível nos espaços rurais, é feita através de faixas e parcelas, estabelecidas em locais estratégicos com funções específicas, onde se procede à modificação ou remoção total ou parcial da biomassa existente.

As faixas de gestão de combustível (FGC) constituem redes primárias, secundárias e terciárias. As redes primárias de FGC são ao nível do distrito. As redes secundárias de FGC são ao nível do município ou local. Por fim, as redes terciárias de FGC são ao nível local. Neste relatório é abordada a rede secundária de FGC com o objetivo de reduzir os efeitos da passagem de incêndios, protegendo de forma passiva as vias de comunicação, infraestruturas, zonas edificadas, equipamentos sociais e povoamentos florestais de interesse reconhecido. Esta rede tem ainda a função de isolar potenciais focos de ignição de incêndios.

A rede secundária de FGC desenvolve-se em conjugação com: a rede viária e ferroviária pública, as linhas de transporte e distribuição de energia elétrica, os aglomerados populacionais e todas as edificações como parques de campismo, infraestruturas e parques de lazer e recreio, polígonos industriais, plataformas logísticas e aterros sanitários. O Decreto-Lei nº17/2009 de 14 de janeiro, no artigo 15º, explica as distâncias legalmente exigidas.

As FGC devem cumprir os seguintes critérios: “No estrato arbóreo, a distância entre as copas das árvores deve ser no mínimo de 4 m e a desramação deve ser de 50 % da altura da árvore até que esta atinja os 8 m, altura a partir da qual a desramação deve alcançar no mínimo 4 m acima do solo.”; “As copas das árvores e dos arbustos devem estar distanciadas no mínimo 5 m da edificação, evitando-se ainda a sua projeção sobre a cobertura do edifício”<sup>(15)</sup>.

### 1.1.6. Modelos de combustível

Para ocorrer uma combustão é necessário a combinação de três fatores: combustível, comburente (oxigênio) e uma energia de ativação (calor). A combinação destes três fatores é normalmente designada de triângulo do fogo<sup>(16)</sup>. A vegetação constitui, no caso dos incêndios florestais, o combustível que alimenta o processo de combustão<sup>(17)</sup>. O material do combustível é o material vegetal, morto ou vivo, que se encontra sobre o solo e é suscetível de ignição e de combustão<sup>(18)</sup>. Fuller descreve o material combustível como sendo qualquer material orgânico, vivo ou morto, sobre o solo ou aéreo, passível de ignição e queima<sup>(19)</sup>. Segundo o triângulo do fogo, os combustíveis são o elemento que inicia e alimenta o fogo. Desta forma, é essencial focar a nossa ação no elemento dos combustíveis, pois é o único que podemos atuar de forma preventiva<sup>(20)</sup>.

Um modelo de combustível “não é mais do que a quantificação das propriedades de um complexo combustível”<sup>(21)</sup>. Segundo este autor, a classificação dos modelos de combustível depende: da carga de combustível por classe de tamanho; estado fisiológico (vivo ou morto); profundidade do complexo de combustível; relação entre superfície e volume; poder calorífico; humidade de extinção<sup>(21)</sup>.

O complexo de combustível apresenta três estratos. O estrato aéreo, denominado de combustíveis aéreos, é caracterizado pela folhagem e ramos que constituem a copa das árvores (complexo mais afastado do solo). Os combustíveis de superfície são formados pela vegetação próxima do solo (por exemplo os arbustos e herbáceas) e vegetação junto ao solo (por exemplo folhada e ramos tombados). Por fim, os combustíveis do solo são aqueles onde se insere a matéria orgânica do horizonte superficial que suporta a combustão, como é o caso da folhada em decomposição e as raízes velhas e apodrecidas<sup>(17, 22)</sup>.

A carga de combustível de um estrato é a matéria total disponível para combustão, medida em kg/m<sup>2</sup> ou ton/ha de peso seco. Esta depende da meteorologia, compactação, hora do dia, época do ano, entre outros. Atualmente, o valor de referência para o desperdício de exploração no corte raso é inferior a 250 ton/ha. Por

outro lado, os cortes culturais (desbastes) apresentam um valor inferior a 70 ton/ha<sup>(22, 23)</sup>.

O estado fisiológico do combustível, vivo ou morto, é importante para o estudo do comportamento do fogo, pois os combustíveis mortos têm um teor de humidade inconstante comparativamente aos dos combustíveis vivos (teor de humidade mais constante). A variação do teor de humidade nos combustíveis mortos é de 1 - 60%, enquanto dos combustíveis vivos varia entre 30 - 300%. Não obstante, na mesma planta pode coexistir combustíveis mortos e vivos<sup>(22)</sup>.

A profundidade do complexo de combustível, normalmente designado por altura, é definida pela espessura do estrato de combustível. No caso dos combustíveis de superfície, a profundidade do complexo de combustível é a altura média da vegetação situada acima do solo<sup>(21, 22)</sup>.

Quanto à relação entre superfície e volume, esta é denominada geralmente como a relação entre a carga e altura. Esta relação está diretamente relacionada com a percentagem de espaços vazios, mais concretamente com a compactação. Consideremos o seguinte exemplo: a folhada tem menor altura do que os arbustos, apresentando uma relação carga-altura (superfície-volume) maior, isto é, tem menos espaços vazios do que os arbustos e portanto, uma maior compactação<sup>(17, 22-24)</sup>.

O poder calorífico de um complexo de combustível é a quantidade total de calor/energia libertado durante a sua combustão, medido em KJ/Kg<sup>(22, 23)</sup>.

Por último, a humidade de extinção é definida pelo teor de humidade em que não é possível a combustão<sup>(22, 23)</sup>. A humidade presente no complexo de combustível depende fortemente das condições exteriores e, como mencionado anteriormente, do seu estado fisiológico.

### **1.1.7. Classificação dos modelos de combustível**

A classificação dos modelos de combustível mais comumente usada em Portugal é a dos Serviços Florestais Americanos (U.S. Forest Service). Esta foi criada pelo Northern Forest Fire Laboratory (NFFL) e é caracterizada por um conjunto de 13

modelos de combustível<sup>(25)</sup>. A partir desta classificação dos modelos de combustível, o Instituto para la Conservación de la Naturaleza (ICONA) realizou a sua adaptação para a península ibérica<sup>(26)</sup>. Esta classificação é usada pelo ICNF na elaboração dos Planos de Defesa da Floresta Contra Incêndios, tanto a nível municipal, distrital como a nível nacional. Fernandes adicionou a cada modelo uma orientação com aplicação ao território nacional<sup>(27)</sup>.

Posteriormente, Fernandes e colaboradores desenvolveram uma classificação para Portugal Continental que será a utilizada no desenvolvimento do presente relatório<sup>(21)</sup>. Esta classificação inclui 18 modelos de combustível representativos dos espaços florestais do país. Estes por sua vez encontram-se divididos por três grupos responsáveis pela propagação da frente de chamas. Estes grupos são: grupo da folhada, grupo F, onde o fogo conduz-se essencialmente pela folhada; grupo misto de folhada e vegetação, grupo M, em que o comportamento do fogo é determinado tanto pela folhada como pela vegetação; grupo V, caracterizado por um comportamento do fogo controlado pelo sub-bosque, mato ou pastagem<sup>(21)</sup>. A tabela seguinte ilustra os vários modelos de combustível, distribuídos pelos respetivos grupos<sup>(21)</sup>.

Tabela 2- Classificação dos Modelos de Combustível (adaptado de Fernandes e colaboradores)<sup>(21)</sup>

Grupo	Modelo	Descrição do complexo combustível	Aplicação
Folhada (F)	F-RAC	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	Folhada compacta de folhosas com folha caduca ou perene. Carga de combustível fino: 2-5 (t/ha)	Povoamentos de carvalho, castanheiro, videiro e faia. Sobreiral e azinhal densos, medronhal e acacial (excepto <i>A. dealbata</i> ).
	F-PIN	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	Folhada de eucalipto. Carga de combustível fino: 4-6 (t/ha)	Eucaliptal.
Folhada e vegetação (M)	M-CAD	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, videiro e faia. Povoamentos de <i>Pseudotsuga</i> , <i>Cedrus</i> , <i>Cupressus</i> , <i>Chamaecyparis</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>P. nigra</i> .
	M-ESC	Folhada de folhosas esclerófilas com sub-bosque arbustivo. Carga de combustível fino: 7-17 (t/ha)	Sobreiral e azinhal.
	M-PIN	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	Folhada de eucalipto com sub-bosque arbustivo. Carga de combustível fino: 9-18 (t/ha)	Eucaliptal.
	M-EUCd	Folhada descontínua de eucalipto com ou sem sub-bosque arbustivo nas linhas de plantação. Carga de combustível fino: 1-4 (t/ha)	Eucaliptal jovem ou recentemente gradado.
	M-H	Folhada com sub-bosque herbáceo. Carga de combustível fino: 2-5 (t/ha)	Povoamentos florestais, independentemente da espécie.
	M-F	Folhada com sub-bosque de fetos. Carga de combustível fino: 6-9 (t/ha)	Povoamentos florestais, independentemente da espécie.
Vegetação (V)	V-MAb	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	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	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	Mato alto (>1 m) com pouco combustível morto e/ou com folhagem relativamente grosseira. Carga de combustível fino: 10-19 (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-MH	Mato baixo (< 1 m) e verde, frequentemente descontínuo e com herbáceas.	Matos jovens, até 3 anos de idade desde o último fogo.
	V-Hb	Erva baixa (<0,5 m). Carga de combustível fino: 1-1 (t/ha)	Arrelvados, prados, pastagens, pousios recentes. Restolhos. Montados.
	V-Ha	Erva alta (>0,5 m). Carga de combustível fino: 2-4 (t/ha)	Arrelvados, prados, pastagens, pousios recentes. Cereais. Juncais. Montados.

Fernandes e colaboradores elaboraram no mesmo estudo uma matriz (tabela 3) que ajuda a decidir que tipo de grupo (Grupos F,M,V) se deve optar. A identificação dos grupos é feita com base na sua altura/espessura e grau de cobertura do solo.

**Tabela 3-Matriz de classificação do grupo de modelos de combustível (adaptado de Fernandes e colaboradores)**  
(21)

	Sub-bosque			
Folhada	$C < 1/3$	$1/3 < C < 2/3$	$C > 2/3, h < 1 \text{ m}$	$C > 2/3, h > 1 \text{ m}$
$C < 3/4$	d	d	V	V
$C > 3/4, h < 2 \text{ cm}$	F	M	M	V
$C > 3/4, h > 2 \text{ cm}$	F	M	M	M

C = coberto, h = altura. d – combustível descontínuo, F – grupo folhada; M – grupo misto; V – grupo vegetação.

### 1.1.8. FlamMap

O *FlamMap 5* é um simulador que analisa e calcula as potenciais características de comportamento do fogo, como por exemplo a taxa de propagação, comprimento de chama, intensidade da frente de fogo, entre outros<sup>(28)</sup>. Este usa a informação espacial da topografia e dos combustíveis para calcular as características do comportamento do fogo, para um único conjunto de condições ambientais<sup>(29)</sup>.

Segundo Finney, o *FlamMap* é um simulador espacial de comportamento do fogo que necessita de um ficheiro de paisagem (LCP igual ao utilizado no FARSITE) e dos dados sobre a humidade do combustível<sup>(30)</sup>. Todavia, o *FlamMap* é distinto do FARSITE, pois assume que todos os pixéis são percorridos pelo fogo. Assim, realiza cálculos de comportamento do fogo, como por exemplo a intensidade da frente de fogo e comprimento de chama para cada pixel.

O *FlamMap* tem três produtos: output do comportamento de fogo (Fire Behavior Outputs), tempo mínimo de viagem (MTT, Minimum Travel Time) e o modelo otimizado de tratamento (TOM, Treatment Optimization Model).

Neste relatório será utilizado o TOM, pois permite criar os mosaicos de prevenção estrutural de incêndios. Este identifica as áreas onde o tratamento tem

maior efeito para a redução do impacto do fogo na paisagem. De referir, que o TOM apoia-se nos cálculos do MTT para identificar as rotas principais do fogo<sup>(28)</sup>.

### 1.1.9. FARSITE

O *FARSITE 4* é um simulador de comportamento do fogo, mais concretamente um simulador de área de fogo a duas dimensões, espacial e temporal. Este simula a expansão e comportamento do fogo sob condições heterogéneas de terreno (altitude, exposição e declive), combustíveis e tempo. Para a realização dos seus cálculos utiliza modelos de comportamento do fogo de superfície, fogo de copas, aceleração do fogo, focos secundários e humidade dos combustíveis<sup>(31)</sup>.

Andrews referiu que uma das potencialidades do *FARSITE* são as projeções longas e curtas do uso do fogo ativo e potencial, utilizando previsões de tempo a curto ou longo prazo<sup>(32)</sup>.

Terrén cita que o *FARSITE* estuda alternativas segundo o comportamento e efeitos do fogo, valorizando a eficácia de atuações distintas<sup>(33)</sup>.

Para realizar uma simulação neste *software* é necessário o seguinte conjunto de ficheiros:

- Paisagem (LCP), criado a partir de cinco componentes/ficheiros: declive; exposição; altitude; modelos de combustível; cobertura de copas. Estes dados são também necessários na utilização do *software* FlamMap;
- Humidade dos combustíveis (FMS);
- Modelos de combustível (FMD);
- Vento (WND);
- Meteorologia (WTR);
- Ajustamentos (ADJ).

O *FARSITE* será utilizado neste relatório para comparar as áreas ardidadas na ZIF criada em três situações distintas. A primeira situação refere-se à paisagem atual, sem alterações (testemunha). A segunda com os mosaicos de prevenção estrutural de

incêndios implementados. A terceira e última, com a rede secundária de faixas de gestão de combustível implementada.

## **1.2. Objetivos**

O objetivo principal deste relatório consiste na criação de uma zona de intervenção florestal inserida no concelho de Alcobaça, tendo em consideração a componente de Defesa da Floresta Contra Incêndios, a elaboração de mosaicos de prevenção estrutural de incêndios e da rede secundária de faixas de gestão de combustível. Por outro lado, serão definidas técnicas de tratamento com o intuito de promover a redução da carga de combustível, apresentando o respetivo orçamento. Por fim, comparar a área ardida entre as diferentes paisagens: paisagem atual sem alterações (testemunha); paisagem com mosaicos de prevenção estrutural de incêndios; e paisagem com rede secundária de faixas de gestão de combustível.

## 2. Metodologia

### 2.1. Área de estudo

#### 2.1.1. Enquadramento da área de estudo

O Concelho de Alcobaça pertence ao distrito de Leiria e tem uma área de 408km<sup>2</sup>. Em 2011 apresentava 56.693 habitantes<sup>(34)</sup>. Este Concelho encontra-se subdividido em dez freguesias e três uniões de freguesias. As freguesias são: Cela; Bárrio; Aljubarrota; Maiorga; Benedita; Turquel; Vimeiro; Alfeizerão; São Martinho do Porto; Évora de Alcobaça; união das freguesias Coz, Alpedriz e Montes; união das freguesias de Pataias e Martingança; e união das freguesias de Alcobaça e Vestiaria (mapa no anexo I). A Norte o Concelho confronta com o Pinhal de Leiria e o município da Marinha Grande, a Sul com Rio Maior e Caldas da Rainha, a Oeste com o Oceano Atlântico e Nazaré e a Este com Porto de Mós, Leiria e Rio Maior onde se inclui o Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros.

#### 2.1.2. Breve caracterização da área de estudo

A altitude o Concelho de Alcobaça varia entre a cota mínima de 5 metros a 485 metros de cota máxima. As zonas mais baixas encontram-se situadas a Oeste (zonas costeiras e de agricultura). A altitude aumenta em direção a Este, onde a cota máxima situa-se no Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros.

Quanto ao declive, este Concelho não apresenta áreas muito declivosas, excetuando a zona do Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros e as encostas das freguesias de Bárrio, Cela, Alfeizerão e Vimeiro.

A exposição predominante é o quadrante Oeste. As restantes estão distribuídas equitativamente pelo Concelho.

As condições climáticas do Concelho de Alcobaça são fortemente influenciadas pelo Oceano Atlântico (Litoral). Este concelho atinge as temperaturas mais elevadas na época do verão. O resto do ano apresenta temperaturas amenas. A influência do Oceano Atlântico é comprovada pela presença da humidade relativa do ar, variável entre os 74 - 87%. A humidade apresenta valores mais baixos na época do verão e mais

altos no inverno. No que concerne a pluviosidade, o Concelho de Alcobaça tem valores médios anuais de 840 mm. Por fim, a tendência do vento é Noroeste com uma velocidade média a rondar os 10km/h<sup>(35)</sup>.

### 2.1.3. Floresta no Concelho de Alcobaça

A análise da ocupação florestal no Concelho de Alcobaça permite-nos perceber onde existe maior área florestal, tendo-se assim a perceção da melhor área para a criação da ZIF. A tabela 4 mostra a ocupação do solo no concelho (anexo I). Esta informação foi coligida no final de 2013 até início de 2014.

Tabela 4-Ocupação do Solo no Concelho de Alcobaça por Freguesias

Freguesia	Ocupação do Solo (ha)						Total
	Agricultura	Superfícies aquáticas	Floresta	Improdutivos	Incultos	Áreas sociais	
Alfeizerão	1751.5	10.07	732.92	9.8	28.71	265.37	2798.38
Aljubarrota	1691.69	2.38	2048.27	82.13	559.76	408.97	4793.2
Bárrio	826.83	0.86	545.98	4.51	32.02	91.11	1501.31
Benedita	941.34	5.44	1103.9	36.12	404.85	428.39	2920.04
Cela	1762.44	0.74	575.7	0	58.88	184.77	2582.54
Évora de Alcobaça	2401.53	7.33	1098.21	48.09	378.56	309.32	4243.05
Maiorga	525.66	0.24	353.48	14.64	6.71	102.83	1003.56
São Martinho do Porto	522.42	4.7	381.91	147.34	232.94	174.21	1463.53
Turquel	1687.01	6.22	1686.39	35.98	344.79	297.51	4057.91
União das freguesias de Alcobaça e Vestiaria	382.19	1.82	356.69	0	22.82	217.11	980.64
União das freguesias de Coz, Alpedriz e Montes	1061.05	10.01	2261.11	99.74	66.22	248.11	3746.24
União das freguesias de Pataias e Martingança	412.88	20.47	7292.5	155.03	247.98	578.1	8706.97
Vimeiro	1184.53	2.24	694.15	1.63	8.06	126.09	2016.71
<b>Total</b>	<b>15 151.07</b>	<b>72.52</b>	<b>19 131.29</b>	<b>635.01</b>	<b>2 392.30</b>	<b>3 431.89</b>	<b>40 814.08</b>

Fonte: APFCAN

Como se pode observar na tabela a cima, as freguesias de Aljubarrota, União das freguesias de Coz, Alpedriz e Montes e União das freguesias de Pataias e Martingança são as que possuem maior superfície florestal. De facto, estas freguesias possuem mais de 2.000 hectares de área florestal, com a última em claro destaque, superando os 7.000 hectares.

## 2.2. Implementação da zona de intervenção florestal

Antes de idealizar a área de implementação da ZIF procedeu-se ao estudo das restrições do Concelho de Alcobaça. A figura 2 pretende ilustrar as restrições presentes neste concelho: ZIF, Alvas, Matas Nacionais e a área do Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros.

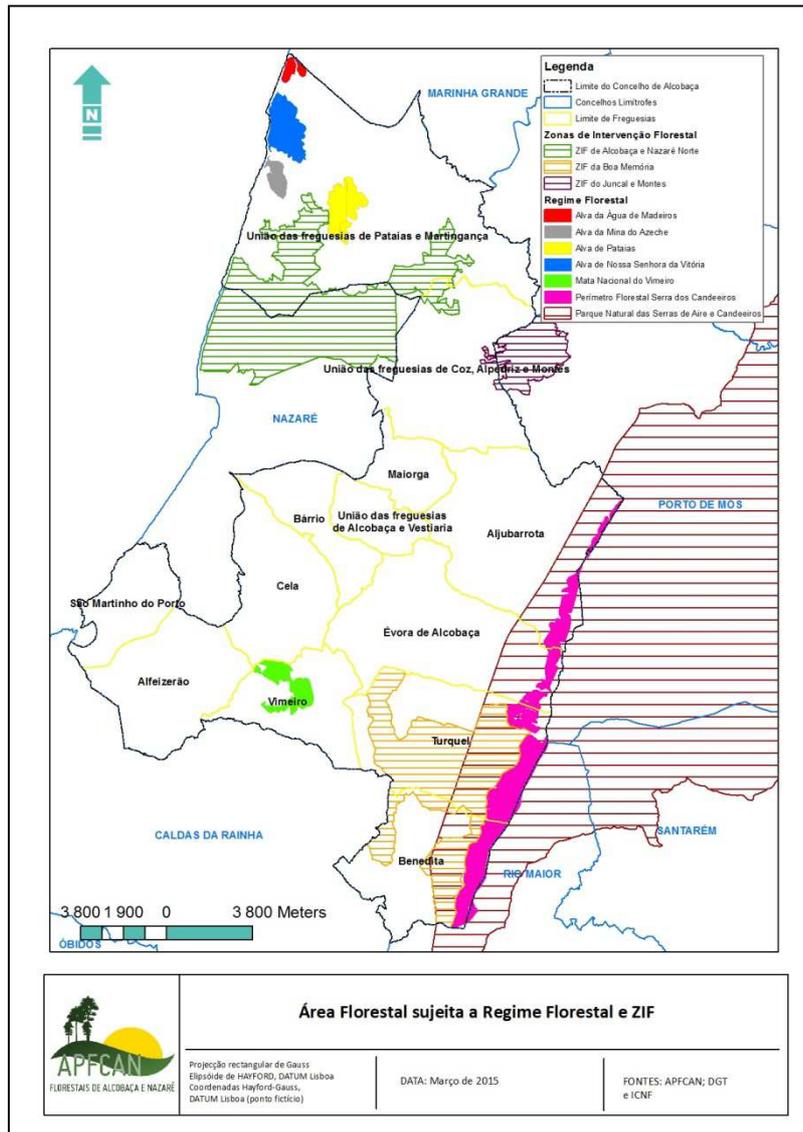


Figura 2-Área Florestal sujeita a Regime Florestal e ZIF no Concelho de Alcobaça

Como se pode observar na figura 2, existem três ZIF com atuação direta no Concelho de Alcobaça, uma a Sul e duas a Norte. Neste concelho existe ainda: quatro Alvas inseridas na União de freguesias de Pataias e Martingança, a Mata Nacional do Vimeiro inserida na freguesia do Vimeiro, o Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros e Perímetro Florestal da Serra dos Candeeiros a Sudeste do concelho. Estas restrições devem ser consideradas aquando da constituição de uma nova ZIF, pois não se pode incorporar áreas de ZIF já existentes e áreas do domínio privado do Estado (exceto quando existe um pedido prévio ao ICNF). Neste seguimento, o objetivo deste relatório é criar uma nova ZIF com propriedades de proprietários privados.

A criação da nova ZIF teve em consideração a legislação descrita anteriormente. Assim foram respeitados os seguintes parâmetros: englobar no mínimo 50 proprietários ou produtores florestais e 100 prédios rústicos (área mínima de 750 hectares); contínua no território, não excluindo nenhuma área no seu interior; inserida num único PROF e ter um índice de Gravelius inferior a três; a delimitação da nova ZIF deve apoiar-se em pontos notáveis da paisagem (rede viária, entre outros) ou nos limites de freguesia; a nova ZIF não deve inviabilizar a constituição de outra.

Clarificando o índice de Gravelius ou Coeficiente de Compacidade, este é um método de cálculo da forma das bacias hidrográficas. O cálculo é efetuado a partir da seguinte equação:

$$K = 0.282 \times (P/A^{1/2})$$

P = Perímetro  
A = Área

Figura 3-Equação do Índice de Gravelius

Este índice relaciona o perímetro de uma unidade de gestão (bacia, propriedade florestal, entre outros) com o perímetro do círculo de mesma área, avaliando a regularidade do contorno e formato dessa unidade de gestão<sup>(36)</sup>.

### 2.3. Trabalho de campo

Posteriormente à delimitação da nova ZIF procedeu-se ao levantamento do uso e ocupação do solo bem como dos modelos de combustível associados a cada ocupação.

No trabalho de campo foram utilizados ortofotomapas (fornecidos pela Câmara Municipal de Alcobaça) de um voo de fotografia aérea em cor real de 2010. Um ortofotograma é uma fotografia aérea na qual são removidas as distorções causadas pela inclinação da câmara e pelo relevo<sup>(37)</sup>. Para aumentar a produtividade do trabalho de campo, a nova ZIF foi dividida em secções de ortofotograma com 6 km<sup>2</sup> cada, ou seja, cada secção apresentava 3 km de comprimento e 2 km de largura, perfazendo assim 600 hectares. Todas as secções foram impressas em folha A3 a uma escala 1:7500 (anexo II).

Durante o trabalho de campo, e em cada secção de ortofotograma, foi realizada a fotointerpretação da paisagem. Esta consiste na interpretação de fotografias aéreas ou imagens de satélite com o intuito de identificar os objetos e o seu significado<sup>(37)</sup>. Assim, no decorrer do trabalho de campo desenhou-se a mancha correspondente à ocupação do solo na secção de ortofotograma, anotando a espécie florestal e respetivo modelo de combustível. Procedeu-se da mesma forma para toda a área da ZIF.

A paisagem foi dividida em seis categorias de ocupação do solo. As categorias mencionadas seguidamente são as recomendadas pelo ICNF, no guia técnico do PMDFCI<sup>(27)</sup>. Estas são:

- Superfícies aquáticas;
- Agricultura;
- Áreas sociais;
- Floresta;
- Improdutivos;
- Incultos.

De ressaltar que antes do trabalho de campo foram selecionadas as espécies florestais com maior relevância para estudo, tendo em consideração os modelos de

combustível desenvolvidos para Portugal Continental<sup>(21)</sup>. No trabalho de campo recorreu-se a uma série fotográfica da autoria de Paulo Fernandes, fornecida na Unidade Curricular de Planeamento da Defesa da Floresta Contra Incêndios, com intuito de facilitar o reconhecimento de cada modelo de combustível no terreno. Esta série fotográfica contém cerca de três fotografias para cada modelo de combustível (fotografias exemplificativas dos modelos de combustível na ZIF anexo II)<sup>(22)</sup>.

Quanto às espécies florestais, consultou-se o último IFN e utilizaram-se as mesmas que o ICNF considerou relevantes para a elaboração deste<sup>(11)</sup>. A tabela 5 mostra as espécies florestais e respetivos acrónimos usados no trabalho de campo.

**Tabela 5-Espécies Florestais e respetivos Acrónimos**

	<b>Espécie Florestal</b>	<b>Acrónimo</b>
Resinosas	Pinheiro-bravo	Pb
	Pinheiro-manso	Pm
	Outras Resinosas	Or
Folhosas	Acácias	Ac
	Alfarrobeira	Alf
	Castanheiro	Cs
	Eucalipto-comum	Ec
	Sobreiro	Qs
	Azinhreira	Qr
	Outros carvalhos	Cv
	Outras folhosas	Of
Povoamento misto		Mv

De ressaltar que as “outras resinosas” englobam as espécies: pinheiro-de-alepo, pinheiro-radiata, pinheiro-silvestre, ciprestes e pseudotsuga. Os “outros carvalhos” abrangem as espécies: carvalho-português, carvalho-negral e carvalho-roble. Por fim, as “outras folhosas” contêm o amieiro, bétula, faia, choupos, freixo, medronheiro, salgueiros e ulmeiros (nome científico das espécies florestais no anexo II).

### **2.3.1. Material necessário para o trabalho de campo**

Após a clarificação do procedimento de trabalho de campo, dos modelos de combustível, das espécies florestais e das categorias de ocupação do solo, falta mencionar o material necessário. Assim, para este trabalho de campo foi necessário o seguinte material e equipamento:

- Secção de ortofotomapa em folha A3;
- Canetas azuis e vermelhas;
- Capa com superfície dura para escrever;
- Fichas de apoio (folhas com os modelos de combustível e respetivas fotografias bem como as categorias de ocupação do solo);
- Lápis e borracha;
- Binóculos. Estes poderiam ser necessários nos casos onde não era possível chegar diretamente à mancha;
- Viatura todo-o-terreno, pick-up, disponibilizada pela APFCAN.

O trabalho de campo efetuado foi minucioso uma vez que, requereu a caracterização direta e completa de todas as secções de ortofotomapa. Este iniciou-se na secção de ortofotomapa mais a Norte e Oeste da ZIF. Após o termo da caracterização de cada secção, procedia-se para a secção seguinte situada a Este. Seguidamente, para as secções a Sul e finalmente, as secções situadas a Oeste. A informação relativa a cada mancha, identificada a partir de fotointerpretação, obteve-se depois de percorrer e observar toda a área selecionada para a realização deste relatório. Esta observação possibilitou reconhecer as características de cada mancha quer no estrato arbóreo quer no rasteiro. O trabalho de campo foi realizado em março de 2015.

## **2.4. Trabalho de gabinete**

### **2.4.1. Digitalização da informação recolhida no campo e cadastro**

A digitalização da informação recolhida no campo, ocupação do solo e respetivos modelos de combustível, foi tratada através do *software ArcGis 10.0*. Após a inserção dos ortofotomapas no *ArcGis*, iniciou-se a digitalização das manchas da

paisagem reconhecidas no campo. Para tal, criou-se uma *shapefile* em formato polígono com o nome “Ocupacao\_Solo”. Nesta *shapefile* foram adicionados os seguintes campos: “Ocupacao”, onde se inseriu a ocupação do solo; “Especie”, introduzindo-se o acrónimo da espécie florestal correspondente; “Modelo”, corresponde ao modelo de combustível respeitante à ocupação do solo; “Composicao”, onde se referiu as espécies florestais presentes nos povoamentos mistos, nas outras folhosas e resinosas; “Hectares”, corresponde à área em hectares de cada mancha; e por fim, “Observacoes”, no qual eram introduzidos comentários relativos à mancha.

Recorreu-se ainda ao *ArcGis 10.0* para realizar a digitalização do cadastro da ZIF. Nesta digitalização criou-se, tal como para o trabalho de campo, uma *shapefile* em formato polígono. Contudo, neste procedimento o fundo no *ArcGis* continha as imagens do cadastro do Concelho de Alcobaça. De ressaltar, que o cadastro do Concelho de Alcobaça não é oficial, pois nunca foi a consulta pública e, por outro lado, foi elaborado há cerca de 40 anos. Para a *shapefile* do cadastro optou-se pela criação de dois campos: “Propriedade”, onde se inseriu um número natural para cada propriedade; “Hectares”, campo que correspondia à área em hectares de cada propriedade.

#### **2.4.2. Elaboração da rede secundária de faixas de gestão de combustível**

Antes da elaboração da rede secundária de faixas de gestão de combustível foi necessário observar o território da ZIF, com o intuito de conhecer o tipo de infraestruturas e equipamentos presentes. Por outro lado, foi tido em consideração que a criação destas faixas deve-se restringir aos espaços florestais inseridos na ZIF.

A análise da área da ZIF criada neste relatório permitiu inferir a necessidade da criação de FGC nos aglomerados populacionais, nas edificações integradas em espaços rurais, na rede viária florestal e nas linhas de transporte e distribuição de energia elétrica. Para a criação destas FGC, foram respeitadas as normas do Decreto-Lei nº17/2009 de 14 de janeiro e do guia técnico do PMDFCI. Nestes dois manuscritos constam as seguintes distâncias:

- Aglomerados populacionais - faixa exterior de proteção com largura mínima de 100 metros;
- Edificações integradas em espaços rurais - faixa de 50 metros, contados a partir da alvenaria exterior da edificação;
- Rede viária florestal - faixa de largura mínima de 10 metros, a contar da berma da estrada;
- Linhas de transporte e distribuição de energia elétrica, que neste caso são de média tensão, correspondente à projeção vertical dos cabos condutores exteriores, acrescido de uma faixa com uma largura não inferior a 7 metros para ambos os lados.

De referir, que algumas faixas poderão ficar sobrepostas, logo deve-se ter esta nuance em consideração aquando a criação das mesmas.

#### **2.4.3. Elaboração dos mosaicos de prevenção estrutural de incêndios**

Para a elaboração dos mosaicos de prevenção estrutural de incêndios recorreu-se ao *software FlamMap 5*. Este disponibiliza a ferramenta “Treatment Optimization Model” (TOM) que permite a comparação da paisagem atual com a ideal, identificando os mosaicos sujeitos a tratamento. O TOM, através dos cálculos do Minimum Travel Time (MTT), seleciona as áreas que devem ser sujeitas a tratamento, através do reconhecimento dos locais onde ocorre a alteração do comportamento do fogo ao longo das vias principais. Desta forma, o TOM seleciona as áreas que promovem uma redução da velocidade de propagação do fogo<sup>(38)</sup>.

Inicialmente, procedeu-se à seleção da informação necessária para inserir no *software*, na qual, um dos principais ficheiros é o *Landscape.LCP*. Para a elaboração deste ficheiro foram necessários cinco componentes/ficheiros: declive, exposição, altitude, modelos de combustível e cobertura de copas. Estes componentes/ficheiros foram criados e redefinidos no *software ArcGIS 10.0* com o intuito de terem a mesma projeção e coordenadas geográficas. Por fim, foram exportados para formato ASCII de forma a serem inseridos no *FlamMap 5*. De ressaltar, que os ficheiros declive, exposição e altitude foram criados a partir das curvas de nível do concelho de Alcobaça (ficheiro fornecido pela Câmara Municipal de Alcobaça), a uma escala de 1:37000 com

uma dimensão de pixel de 10 metros. Os modelos de combustível são relativos ao trabalho de campo efetuado. No que concerne a cobertura de copas, esta foi realizada através do conhecimento prévio dos povoamentos florestais inseridos na ZIF, dividindo-se em quatro classes (anexo II)<sup>(22)</sup>. Todas as ocupações do solo foram inseridas numa classe<sup>(22)</sup>.

Tabela 6-Classes da Cobertura de Copas

Grau Coberto	Ocupação do Solo	Classe Cobertura de Copas	Classe Grau Coberto
Aberto	Todas	1	1-20%
Médio	Todas	2	21-50%
Denso	Pinheiro-bravo e eucalipto-comum	3	51-80%
Denso	Folhosas (FD) e resinosas de folha curta (RD)	4	81-100%

O ficheiro *Custom Models.FMD* foi utilizado para a elaboração dos mosaicos, pois possui os modelos de combustível presentes na paisagem e as suas características. A criação deste ficheiro foi realizada no *software BehavePlus5*, no qual se selecionaram os modelos de combustível pretendidos e, posteriormente, exportou-se o ficheiro para formato *FARSITE* (anexo II).

O ficheiro *Moistures.FMS* é igualmente necessário para a elaboração dos mosaicos, pois contem informação relativa à humidade inicial dos combustíveis. Na manipulação deste ficheiro optou-se por adotar o cenário proposto por Scott e colaboradores, em que o moderado D3 correspondia a combustíveis mortos e o L3 para os combustíveis vivos (anexo II)<sup>(39)</sup>.

A obtenção dos mosaicos de prevenção estrutural de incêndios requer a criação de uma paisagem ideal. Para este fim, foi necessário alterar componentes como os modelos de combustível e a cobertura de copas presentes na paisagem atual através de intervenções (tratamento). Outros fatores como o declive, exposição e altitude não são passíveis de alteração, pois não é possível alterar o território.

Relativamente aos modelos de combustível, estes foram reclassificados para o modelo V-Hb (tabela 7). A escolha deste modelo prende-se com o facto de este possuir

menos carga de combustível fino (1 t/ha). De referir, que os modelos de folhada, F-EUC e F-PIN, mantiveram-se<sup>(22)</sup>.

Tabela 7-Modelos de Combustível da Paisagem Ideal

Modelos Paisagem Atual	Código	Modelos Paisagem Ideal	Código
F-EUC	14	F-EUC	14
F-PIN	15	F-PIN	15
M-EUC	16	V-Hb	19
M-PIN	17	V-Hb	19
V-Ha	18	V-Hb	19
V-Hb	19	V-Hb	19
V-MAa	20	V-Hb	19
V-MAb	21	V-Hb	19

Quanto à cobertura de copas decidiu-se não realizar alterações para a paisagem ideal.

Finalmente, criou-se uma *shapefile* denominada “ignicoes” em formato ponto, a qual foi inserida no *FlamMap 5*. Neste estudo foram criados nove pontos de ignição na ZIF, de forma a cobrir da melhor maneira a área total da mesma (anexo II).

Foram realizadas inúmeras simulações, nas quais os melhores resultados foram obtidos com os parâmetros: vento a 20 MPH, azimute a 0 graus, resolução de cálculo (distância) de 20 e a dimensão máxima de tratamento de 300 metros. As iterações (nível de tratamento) foi de 1 com uma percentagem de tratamento da paisagem de 30%.

## 2.5. Definição das técnicas de tratamento e orçamentação

Para a definição das técnicas de tratamento e respetivo orçamento observaram-se os modelos de combustível e espécies florestais presentes, com o intuito de avaliar a necessidade de intervenções. Observar as espécies florestais presentes foi importante, pois, e a título de exemplo, se houver pinheiro-bravo pode ser necessário realizar a desramação. O mesmo método foi aplicado para a rede secundária, mas com mais intervenções para respeitar a legislação subjacente.

As técnicas de tratamento preconizadas para os mosaicos de prevenção estrutural de incêndios foram:

- Limpeza de mato com corta mato de facas ou correntes;
- Controlo da vegetação espontânea com motorroçadora na linha ou localizado;
- Controlo da Vegetação espontânea com motorroçadora total;
- Desramação.

Para a rede secundária de faixas de gestão de combustível, as técnicas recomendadas são as mesmas, adicionando a redução de densidades.

As técnicas de tratamento mencionadas anteriormente foram retiradas da Comissão de Acompanhamento para as Operações Florestais (CAOF). Da mesma forma foram extrapolados os dados da CAOF 2013 - 2014 relativos aos custos de cada intervenção (Custos de operações de arborização, rearborização e beneficiação de povoamentos florestais). Nestas tabelas constam os tempos de trabalho, rendimentos de trabalho e respetivos custos das diversas operações e intervenções, sob condições de trabalho diferentes<sup>(40)</sup>. Por exemplo, para uma determinada intervenção, o custo pode variar consoante o declive do terreno ou a quantidade de matos presente.

O fogo controlado não foi utilizado como técnica de tratamento, pois não é uma técnica muito preconizada nesta região. Esta condicionante prende-se com duas razões: os proprietários florestais desta região são bastante céticos em relação a esta técnica; não está comprovado cientificamente que esta técnica não provoque efeitos secundários para o pinheiro-bravo. Um destes efeitos pode ser o aumento do número de ataques de escolítídeos, o qual é atualmente um grande problema nesta região<sup>(41, 42)</sup>.

A elaboração do orçamento referente aos mosaicos de prevenção estrutural de incêndios e da rede secundária de faixas de gestão de combustível requereu mais trabalho de campo. Assim, conseguiu-se ter uma perceção de quantas jornas (jornais) e horas são necessárias para executar as diferentes operações para cada mosaico e rede secundária.

## 2.6. Simulação de incêndios nas diferentes paisagens

Este subcapítulo refere-se à simulação de incêndios na paisagem atual, na paisagem com os mosaicos de prevenção estrutural de incêndios e com a rede secundária de faixas de gestão de combustível inseridos. Para tal, foi necessário alterar a paisagem para estas duas situações distintas. A paisagem atual será alvo de simulação, servindo de testemunha para as restantes simulações.

Na paisagem com os mosaicos utilizou-se os valores dos modelos de combustível preconizados para a paisagem ideal. Para a paisagem com a rede secundária foi utilizado o modelo de combustível V-Hb e a classe de cobertura de copas 2.

As simulações são realizadas no *software FARSITE 4*. Este usa a mesma informação do *FlamMap 5*, requerendo a criação de três ficheiros adicionais: *Weather Files.WTR*; *Wind Files.WND*; e *Adjustments.ADJ*.

O ficheiro da meteorologia, *Weather Files.WTR*, contém a informação do mês e dia de quando se pretende simular o fogo. Por outro lado, engloba a precipitação, temperatura e humidade a determinada hora e, a altitude acima do nível do mar<sup>(22)</sup>. Para a elaboração deste ficheiro recorreu-se a diversos *websites* com o intuito de obter a informação necessária (anexo II)<sup>(43, 44)</sup>.

O ficheiro de vento, *Wind Files.WND*, tal como o ficheiro anterior, contém informação do mês e dia. Estas informações devem ser consonantes entre os dois ficheiros. O ficheiro vento engloba ainda a velocidade, direção do vento e percentagem de cobertura das nuvens. Consultou-se o *website* do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos para retirar a informação necessária (anexo II)<sup>(45)</sup>.

O ficheiro de ajustamento, *Adjustments.ADJ*, é utilizado quando se necessita realizar alguma adaptação na velocidade de propagação. Neste relatório optou-se por não realizar adaptações à velocidade de propagação, por falta de dados relativos à ZIF (ficheiro no anexo II)<sup>(46)</sup>.

De referir, que as ignições adotadas nas simulações foram as criadas anteriormente.

## 2.7. Análise estatística

A análise estatística foi realizada com o intuito de comparar a área ardida nas diferentes paisagens. Desta forma, recorreu-se a testes não paramétricos, devido ao número reduzido de dados, a partir do *software R*. A base de dados utilizada foi elaborada a partir da área ardida por ponto de ignição e por paisagem, perfazendo um total de 27 observações (anexo II).

Inicialmente procedeu-se ao teste de Kruskal-Wallis. Este permite detetar diferenças estatisticamente significativas entre os valores centrais de três ou mais amostras, considerando-se sujeitos diferentes<sup>(47)</sup>. Este teste foi utilizado com o objetivo de observar se existiam diferenças estatisticamente significativas na área ardida entre as três diferentes paisagens. Neste caso as hipóteses serão:

$H_0$ : não existe diferença entre a área ardida nas três paisagens;

$H_1$ : existe diferença entre a área ardida nas três paisagens.

Posteriormente foi realizado um teste específico de comparações múltiplas. Este tem como objetivo analisar se existem diferenças estatisticamente significativas entre os valores centrais, fazendo todas as comparações possíveis entre cada duas paisagens<sup>(48)</sup>. Este teste realizou três comparações: paisagem testemunha e paisagem com mosaicos; paisagem testemunha e paisagem com rede secundária; paisagem com mosaicos e paisagem com rede secundária.

### 3. Resultados

#### 3.1. Zona de intervenção florestal

A nova ZIF foi implementada na União de freguesias de Pataias e Martingança (figura 4).

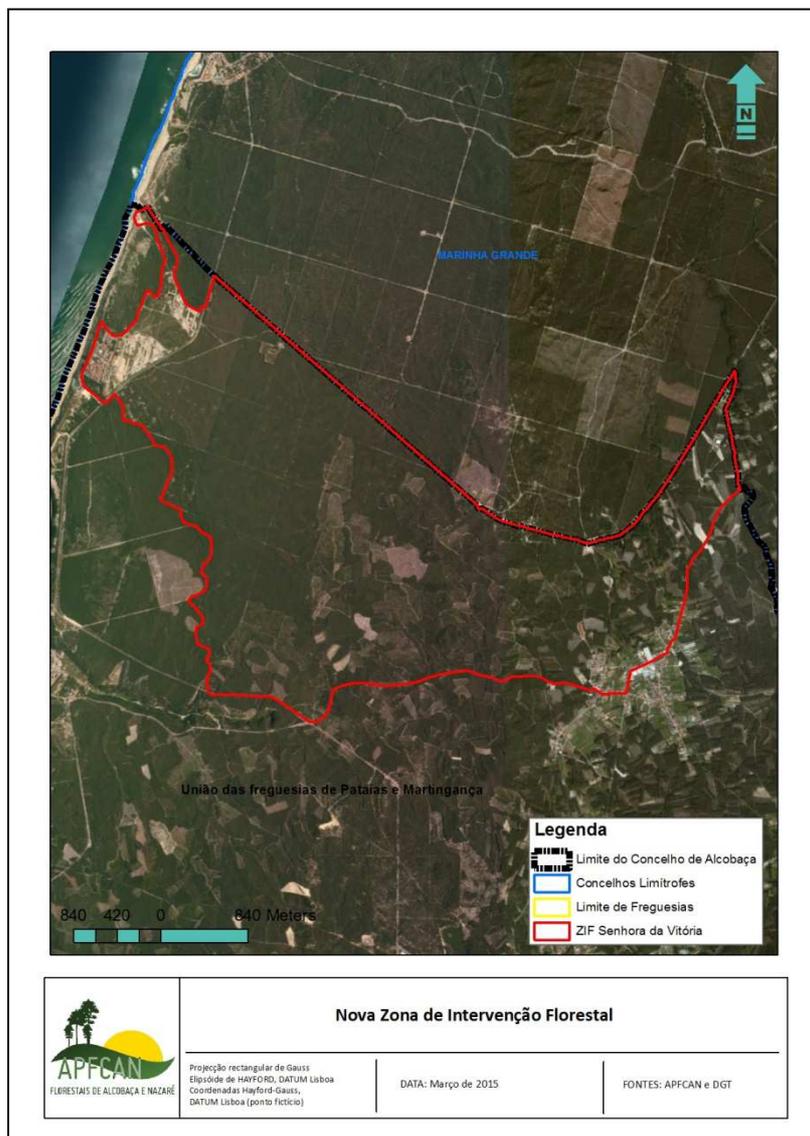


Figura 4-Nova Zona de Intervenção Florestal

A ZIF tem 1287.37 hectares e será denominada ZIF Senhora da Vitória. Esta encontra-se situada na zona mais a Norte do concelho de Alcobaça, confrontando a Norte com o aceiro exterior da Mata Nacional de Leira no município da Marinha Grande. A área da ZIF insere-se no PROF do Oeste.

Relativamente ao índice de Gravelius, a ZIF apresenta um valor de 1.84, respeitando o valor exigido pela legislação (valor inferior a 3).

O mapa da ZIF em cartografia militar 1:25000 encontra-se no anexo III.

### 3.1.1. Ocupação do solo da zona de intervenção florestal

Tal como referido anteriormente, a ZIF tem de ser maioritariamente constituída por áreas florestais. Na figura 5 é possível constatar esta prevalência.

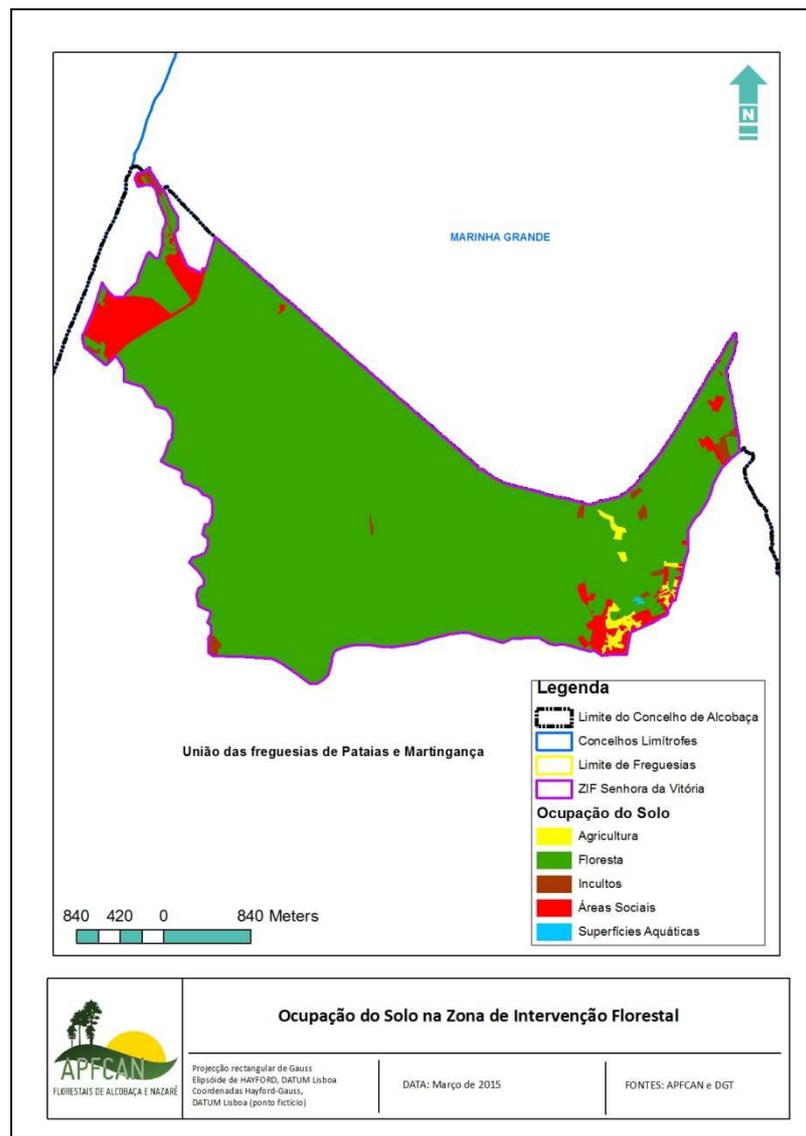


Figura 5-Ocupação do Solo na Zona de Intervenção Florestal

Tabela 8-Ocupação do Solo na Zona de Intervenção Florestal

Ocupação do Solo	Área (ha)	Área (%)
Agricultura	11.37	0.88
Superfícies Aquáticas	0.48	0.04
Floresta	1197.78	93.04
Incultos	10.95	0.85
Áreas Sociais	66.79	5.19
<b>Total</b>	<b>1287.37</b>	<b>100</b>

A figura 5 e tabela 8 permitem verificar que a floresta é a ocupação dominante com 1197.78 hectares, representando 93%. As áreas sociais representam cerca de 5% da área total da ZIF. Por fim, a agricultura e incultos bem como superfícies aquáticas têm uma área de representação da ZIF inferior a 1%.

### 3.1.2. Modelos de combustível da zona de intervenção florestal

Os modelos de combustível respeitantes à ocupação do solo estão descritos na figura 6 e tabela 9. Estes foram importantes aquando da simulação do fogo, pois permitiram obter determinados resultados, como por exemplo, as zonas onde se deve reduzir o combustível de modo a diminuir a área consumida por um incêndio.

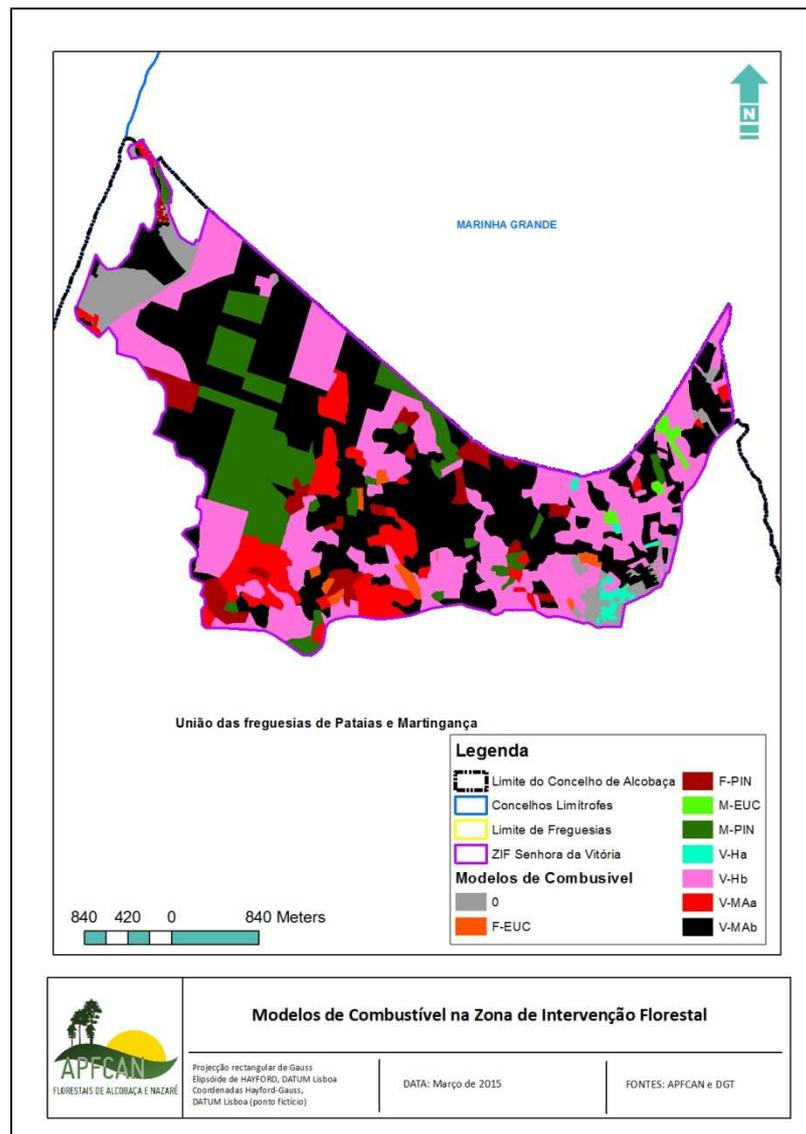


Figura 6-Modelos de Combustível na Zona de Intervenção Florestal

Tabela 9-Modelos de Combustível da Zona de Intervenção Florestal

Modelos de Combustível	Área (ha)	Área (%)
0	67.27	5.23
F-EUC	12.36	0.96
F-PIN	56.9	4.42
M-EUC	7.87	0.61
M-PIN	159.3	12.37
V-Ha	8.12	0.63
V-Hb	369.52	28.7
V-MAa	99.87	7.76
V-MAb	506.16	39.32
<b>Total</b>	<b>1287.37</b>	<b>100</b>

A tabela 9 permite-nos referir que o modelo mais representativo é o V-MAB (vegetação com mato baixo) com 39.32%. O V-Hb (vegetação com erva baixa) e M-PIN (misto de vegetação e folhada de pinhal) apresentam áreas na ordem dos 29% e 12% respetivamente. O quarto modelo de combustível mais representado na área da ZIF foi o V-MAa (vegetação com mato alto) com 7.76%.

### 3.1.3. Espaço florestal da zona de intervenção florestal

A ocupação florestal na área da ZIF encontra-se ilustrada através da figura seguinte.

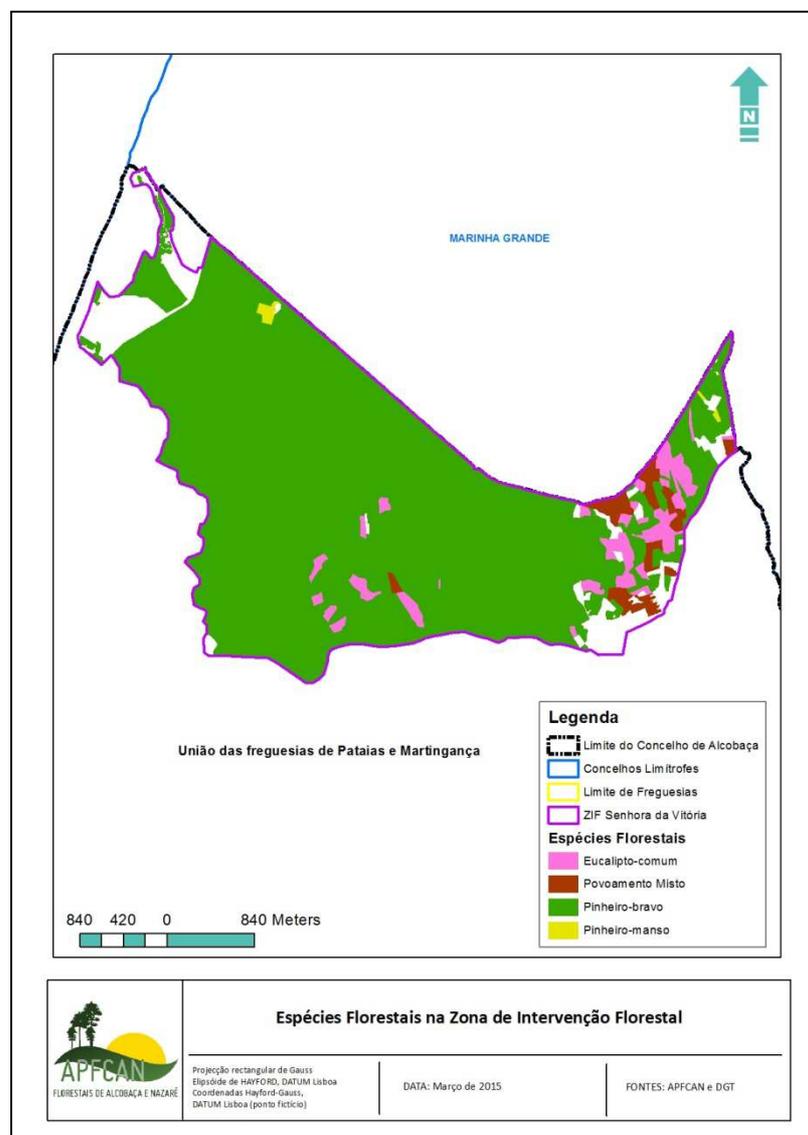


Figura 7-Espécies Florestais na Zona de Intervenção Florestal

Tabela 10-Espécies Florestais na Zona de Intervenção Florestal

Espécie Florestal	Área (ha)	Área (%)
Eucalipto-comum	53.95	4.5
Povoamento misto	31.47	2.63
Pinheiro-bravo	1108.83	92.57
Pinheiro-manso	3.53	0.29
<b>Total Geral</b>	<b>1197.78</b>	<b>100</b>

Na tabela 10 estão representadas as espécies florestais por área. A espécie florestal predominante na ZIF é o pinheiro-bravo, com cerca de 93%. O eucalipto-comum é a segunda com maior representatividade, com 4.5%. Os povoamentos mistos representam cerca de 3% e, são compostos maioritariamente por pinheiro-bravo e eucalipto-comum. O pinheiro manso ocupa 0.29% da área da ZIF.

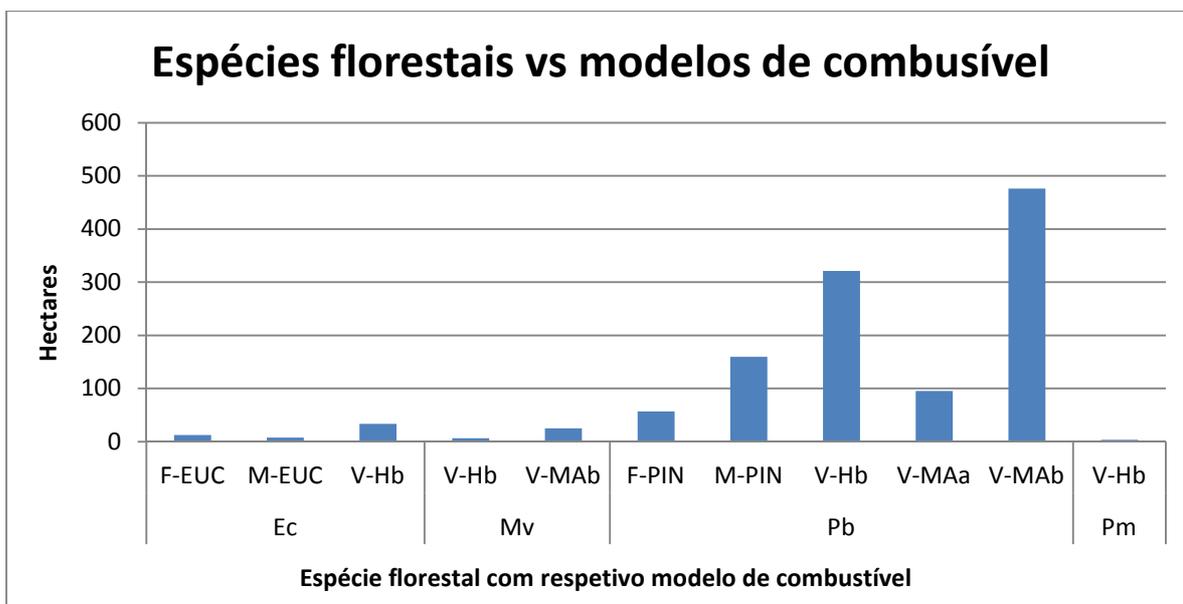


Gráfico 2-Espécies florestais vs modelos de combustível

A partir do gráfico observa-se que os modelos mais representativos do pinheiro-bravo são o V-MAb e V-Hb. No eucalipto-comum o mais expressivo é o V-Hb. Nos povoamentos mistos destaca-se o V-MAb. O pinheiro-manso tem apenas o modelo de combustível V-Hb.

De referir, que o trabalho de campo levou dois dias a ser concretizado e foram identificadas e digitalizadas no total 296 manchas na ZIF.

### 3.1.4. Cadastro da zona de intervenção florestal

Toda a área da ZIF foi alvo de digitalização do cadastro predial, de forma a inventariar a estrutura da propriedade na ZIF. O resultado obtido está ilustrado na figura seguinte.

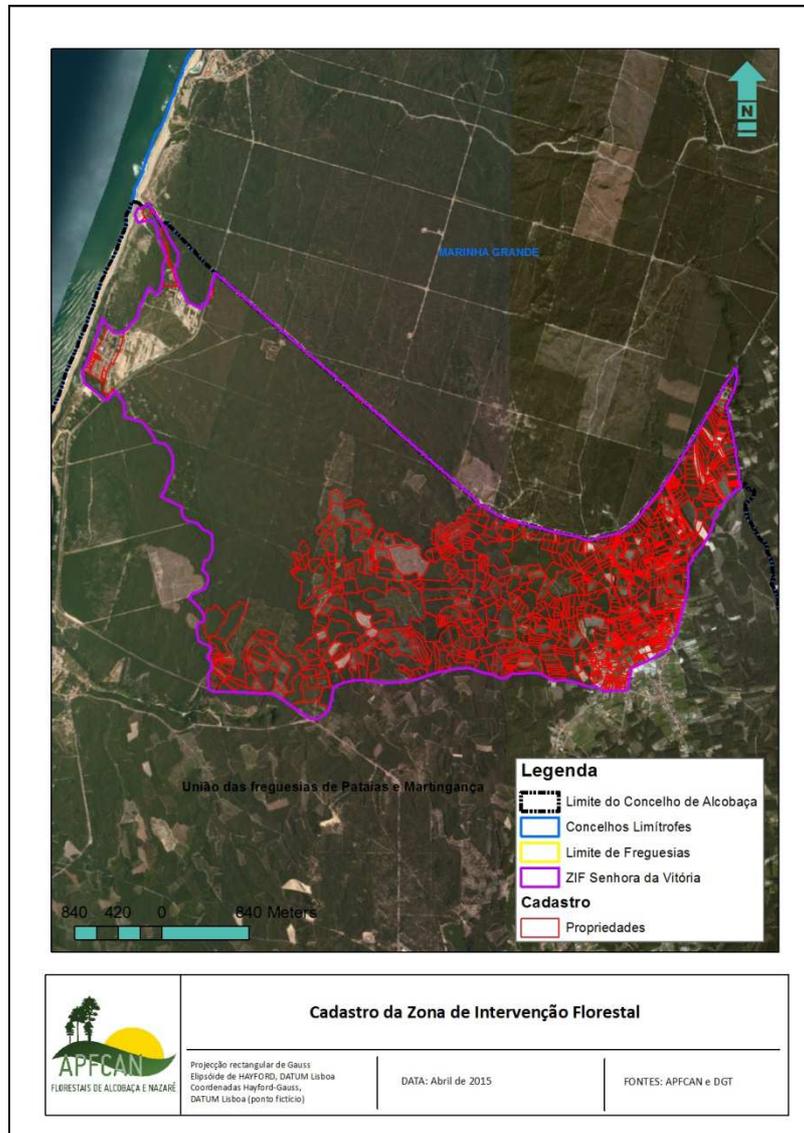


Figura 8-Cadastro da Zona de Intervenção Florestal

Para compreender melhor a estrutura da propriedade privada da ZIF, elaborou-se a tabela 11.

**Tabela 11-Estrutura da Propriedade Florestal Privada da ZIF**

Área da propriedade (ha)	Nº Propriedades	Nº Propriedades (%)
<0.5	690	64.37
0.5 - 1	210	19.59
1 - 2	120	11.19
2 - 3	18	1.68
3 - 4	11	1.03
4 - 5	6	0.56
5 - 6	6	0.56
6 - 7	3	0.28
7 - 8	2	0.19
8 - 9	2	0.19
9 - 15	3	0.28
>100	1	0.09
<b>Total</b>	<b>1072</b>	<b>100</b>

Como se pode observar pela tabela 11, cerca de 64% das propriedades inseridas na ZIF têm áreas inferiores a 0.5 hectares. Estas áreas juntamente com as propriedades até 2 hectares perfazem 95% do total das propriedades da ZIF.

A única propriedade inserida na ZIF que possui uma área superior a 100 hectares encontra-se a Oeste. Esta tem cerca de 610 hectares sendo conhecida por “pinhalinho”. A propriedade mais pequena tem cerca de 140 m<sup>2</sup>. De referir, que existem 1072 propriedades inseridas na ZIF, das quais 138 têm área inferior a 1000 m<sup>2</sup>. A média ponderada do tamanho médio da propriedade na ZIF é de 0.98 hectares.

### 3.2. Rede secundária de faixas de gestão de combustível

O resultado da elaboração das faixas de gestão de combustíveis referentes à rede secundária encontra-se ilustrado na figura 9.

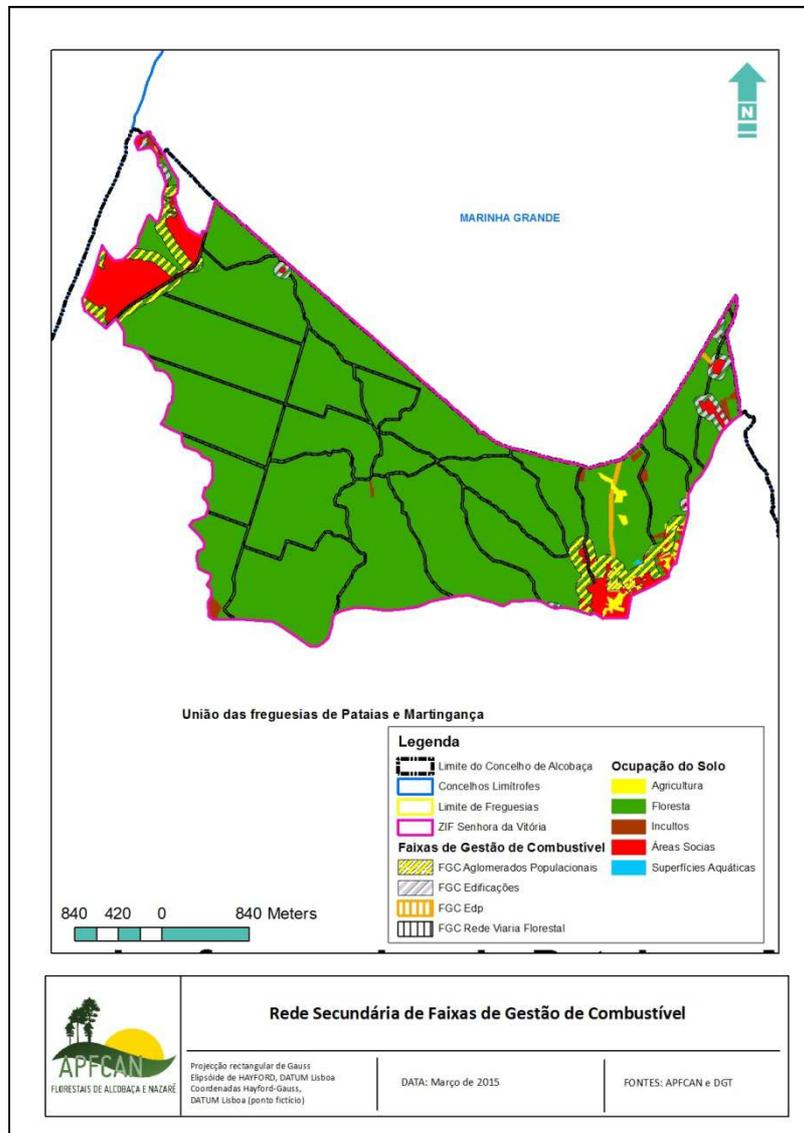


Figura 9-Rede Secundária de Faixas de Gestão de Combustível na Zona de Intervenção Florestal

Tabela 12-Faixas de Gestão de Combustível

Faixas de Gestão de Combustível	Área (ha)	Área (%)
FGC Aglomerados Populacionais	53.18	40.68
FGC Edificações	14.49	11.08
FGC Linhas Elétricas	1.95	1.49
FGC Rede Viária Florestal	61.12	46.75
<b>Total</b>	<b>130.75</b>	<b>100</b>

A rede secundária de FGC totaliza 130.75 hectares. As FGC referentes a rede viária florestal são as de maior significado com cerca de 47%. As FGC aos aglomerados populacionais representam 40.68% e são seguidos pelas FGC às edificações com 11.08%. Por fim, as FGC relativas às linhas elétricas ocupam 1.49%. De referir, que as distâncias das FGC são as mínimas obrigatórias estabelecidas na legislação, podendo estas serem consultadas no ponto 2.4.2.

### 3.3. Mosaicos de prevenção estrutural de incêndios

A figura 10 ilustra os mosaicos de prevenção estrutural de incêndios obtidos a partir do software *FlamMap 5*.

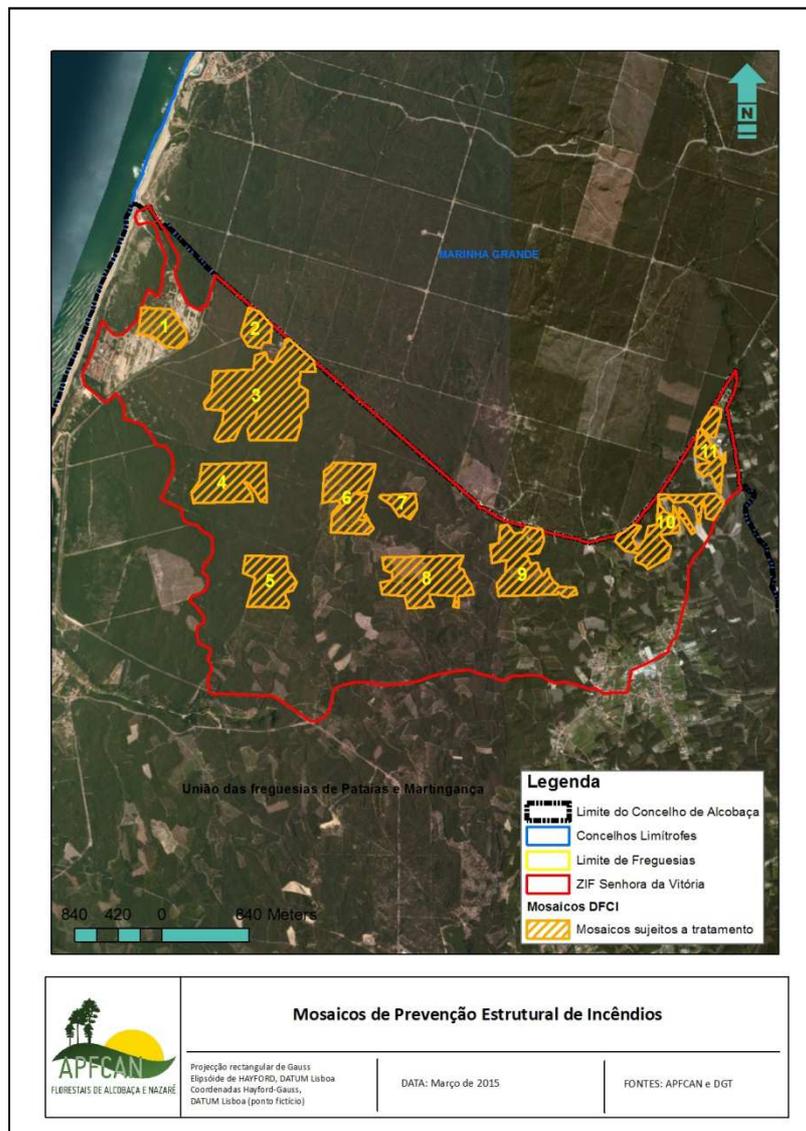


Figura 10-Mosaicos de Prevenção Estrutural de Incêndios na Zona de Intervenção Florestal

Tabela 13-Área dos Mosaicos Sujeitos a Tratamento

Mosaicos	Área (ha)	Área Média (ha)
1	12.86	23.85
2	7.92	
3	65.4	
4	24.45	
5	19.79	
6	26.17	
7	5.47	
8	33.08	
9	30.03	
10	25.31	
11	11.92	
<b>Total</b>	<b>262.4</b>	

Como se pode observar pela tabela 13, o *FlamMap* criou 11 mosaicos/parcelas sujeitas a tratamento. Os mosaicos número 2 e 7 são os únicos que apresentam uma área inferior a 10 hectares. O mosaico com maior área é o número 3, com 65.40 hectares. De salientar que o tamanho médio dos mosaicos é de 23.85 hectares.

A tabela 14 representa a conjugação da informação entre os modelos de combustível, presentes na paisagem atual, com os mosaicos criados.

Tabela 14-Modelos de Combustível presentes nos Mosaicos

Modelos de Combustível	Área (ha)
M-EUC	3.59
M-PIN	50.82
V-Hb	1.13
V-MAa	17.94
V-MAb	188.92
<b>Total</b>	<b>262.4</b>

O modelo de combustível com maior representatividade nos mosaicos de prevenção estrutural de incêndios é o V-MAb, com cerca de 189 hectares. Este modelo é seguido pelo M-PIN e o V-MAa, com 50.82 hectares e 17.94 hectares respetivamente. O M-EUC apresenta uma área de 4 hectares.

Por outro lado, aquando do desenvolvimento dos mosaicos, desenvolveu-se um output denominado Oportunidades de Tratamento (Treatment Opportunities Grid). Os valores gerados no output variam entre -1, 0 e 1 (figura 10). O valor positivo (1)

indica que a paisagem ideal tem uma taxa inferior de velocidade de propagação do fogo. Um valor nulo (0) indica que não há diferença entre as duas paisagens. Um valor negativo (-1) mostra onde a paisagem ideal tem uma taxa de velocidade de propagação do fogo maior. A figura 11 demonstra os resultados do output.

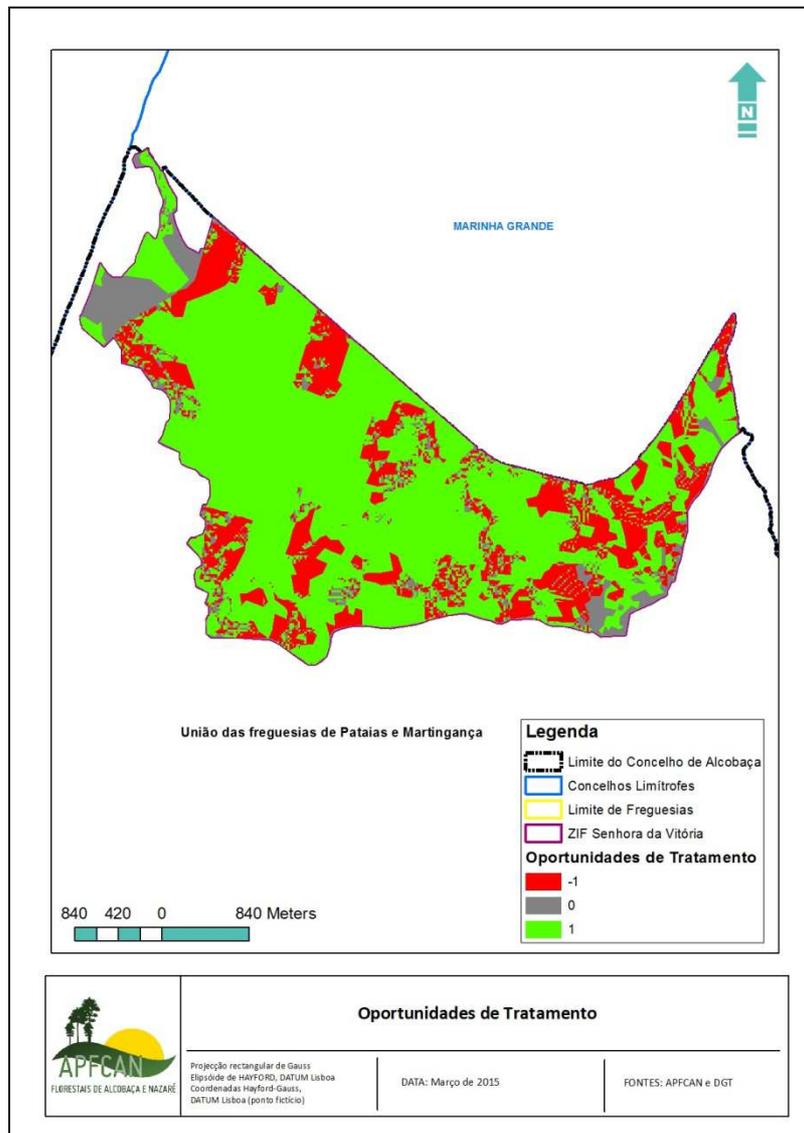


Figura 11-Oportunidades de Tratamento na Zona de Intervenção Florestal

A zona a Oeste é a que apresenta a maior área de pixels com valor positivo, taxa de velocidade de propagação do fogo inferior na paisagem ideal. A Este observa-se várias zonas com pixels de valor negativo, paisagem ideal com maior taxa de velocidade de propagação do fogo do que a atual.

### 3.4. Orçamentação

A tabela 9 presente no anexo III ilustra os resultados obtidos relativamente ao orçamento dos mosaicos de prevenção estrutural de incêndios. Através da análise da tabela observa-se que o tratamento dos onze mosaicos tem um valor total de 150253.05€, onde o custo médio por hectare é de 573.68€. O mosaico com o orçamento mais elevado é o número três, com um custo total a rondar os 27.000€, devido ao grande número de hectares a serem intervencionados (65.37 hectares). Por outro lado, o mosaico número sete é o que tem um custo de tratamento mais baixo com 2945.33€.

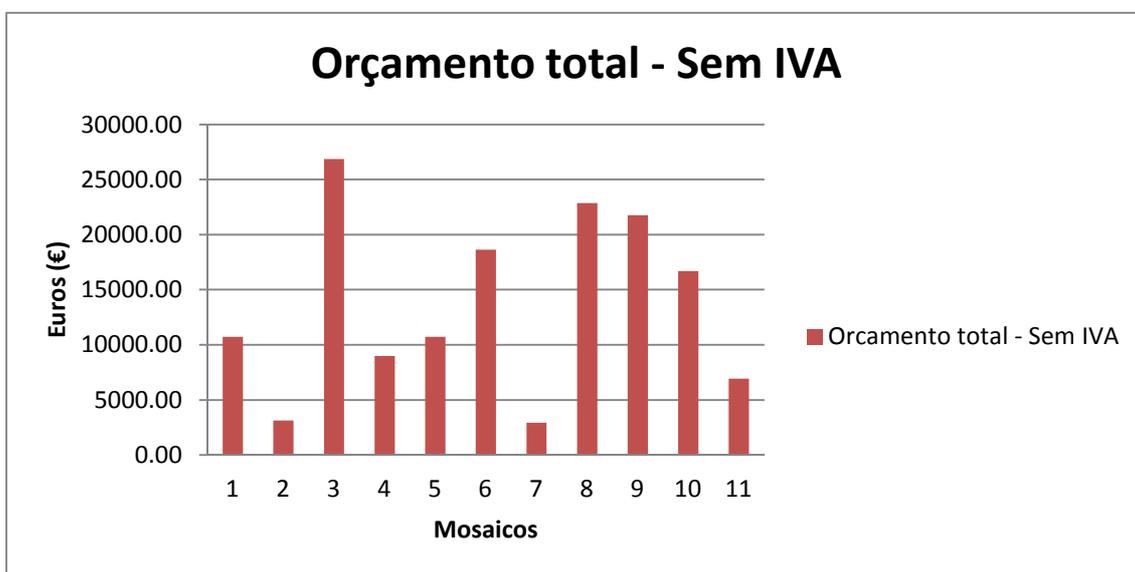


Gráfico 3-Orçamento Total por Mosaico

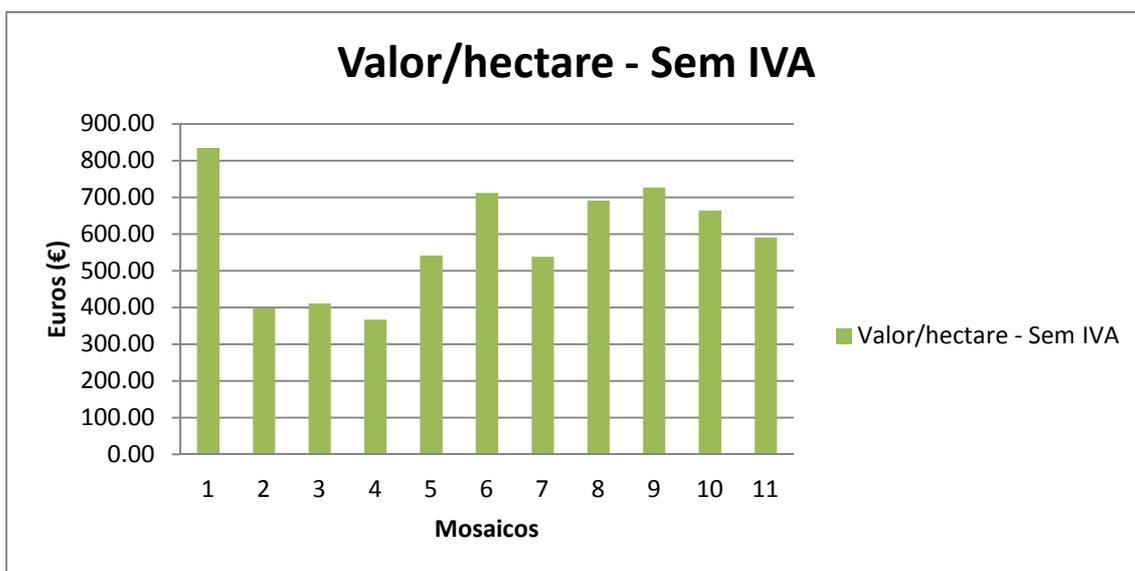


Gráfico 4-Valor por hectare dos mosaicos

A tabela 10 presente no anexo III, refere-se ao orçamento da rede secundária de faixas de gestão de combustível. O orçamento para a implementação da rede secundária tem um valor de 96372.10€, em que o custo médio por hectare são 737.10€. A FGC da rede viária florestal é a que apresenta um valor mais elevado com 45957.31€ e um custo por hectare de 751.90€. A FGC com o valor mais baixo é a relacionada com a linha elétrica (1112.27€) pois, apresenta um número reduzido de hectares a tratar (1.95 hectares).

De notar, que a diferença de custo entre os mosaicos e a rede secundária é de 53880.95€, com a rede secundária a ter um custo por hectare mais elevado.

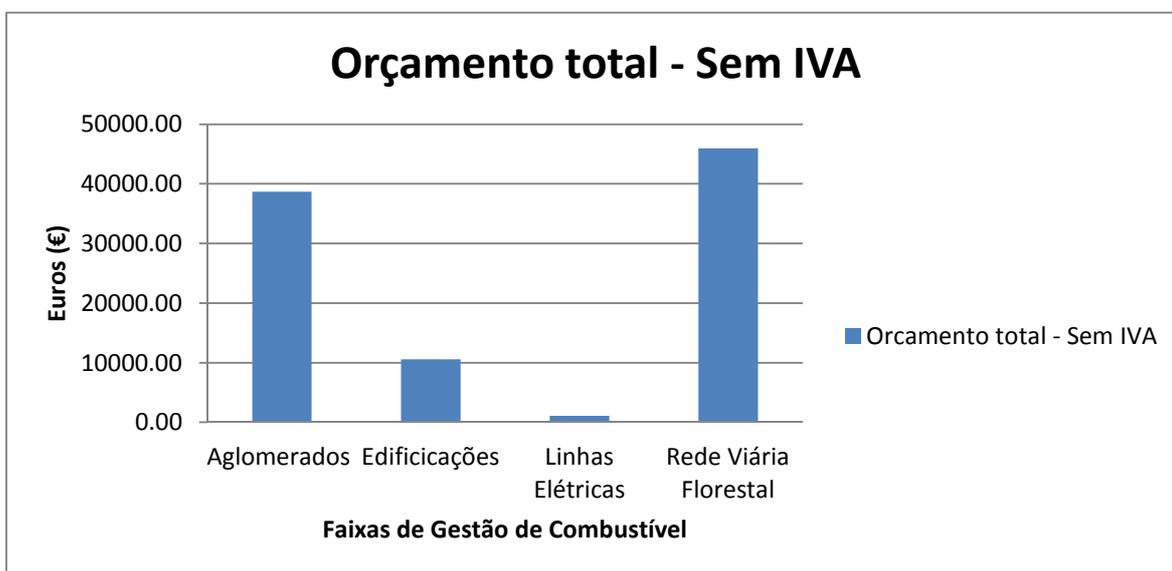


Gráfico 5-Orçamento Total por Faixas de Gestão de Combustível

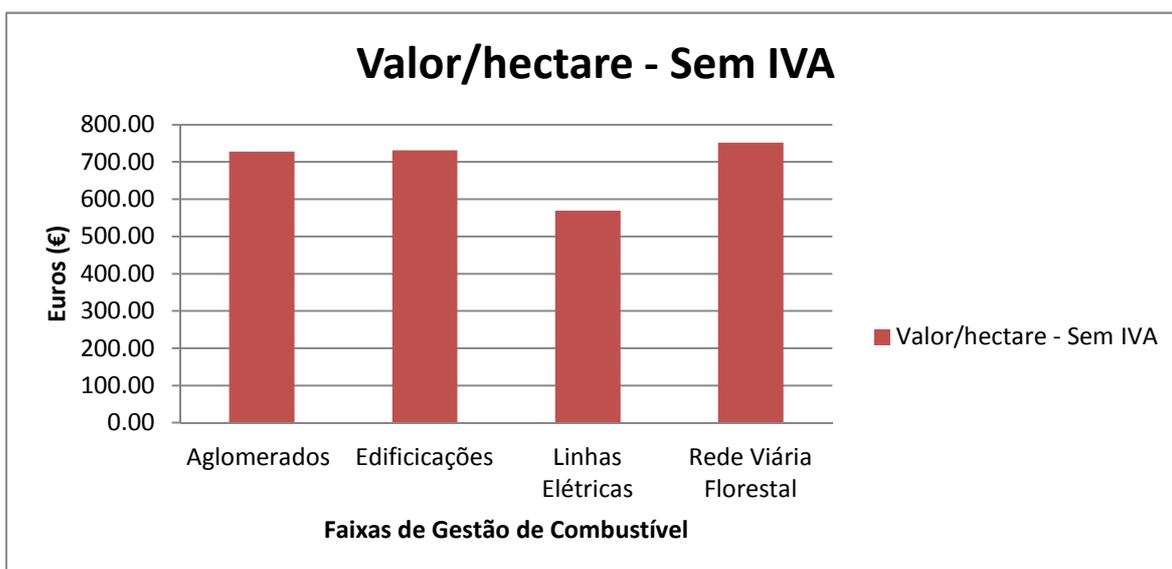


Gráfico 6-Valor por Hectare das Faixas de Gestão de Combustível

### 3.5. Área ardida nas diferentes paisagens

As simulações de incêndios nas diferentes paisagens foram realizadas a partir da simulação de um incêndio no dia 10 de julho de 2014, das 10:00 às 23:00 horas.

Em primeiro lugar, simulou-se um incêndio na paisagem atual sem quaisquer alterações (testemunha). As imagens da figura 12 demonstram os resultados obtidos.

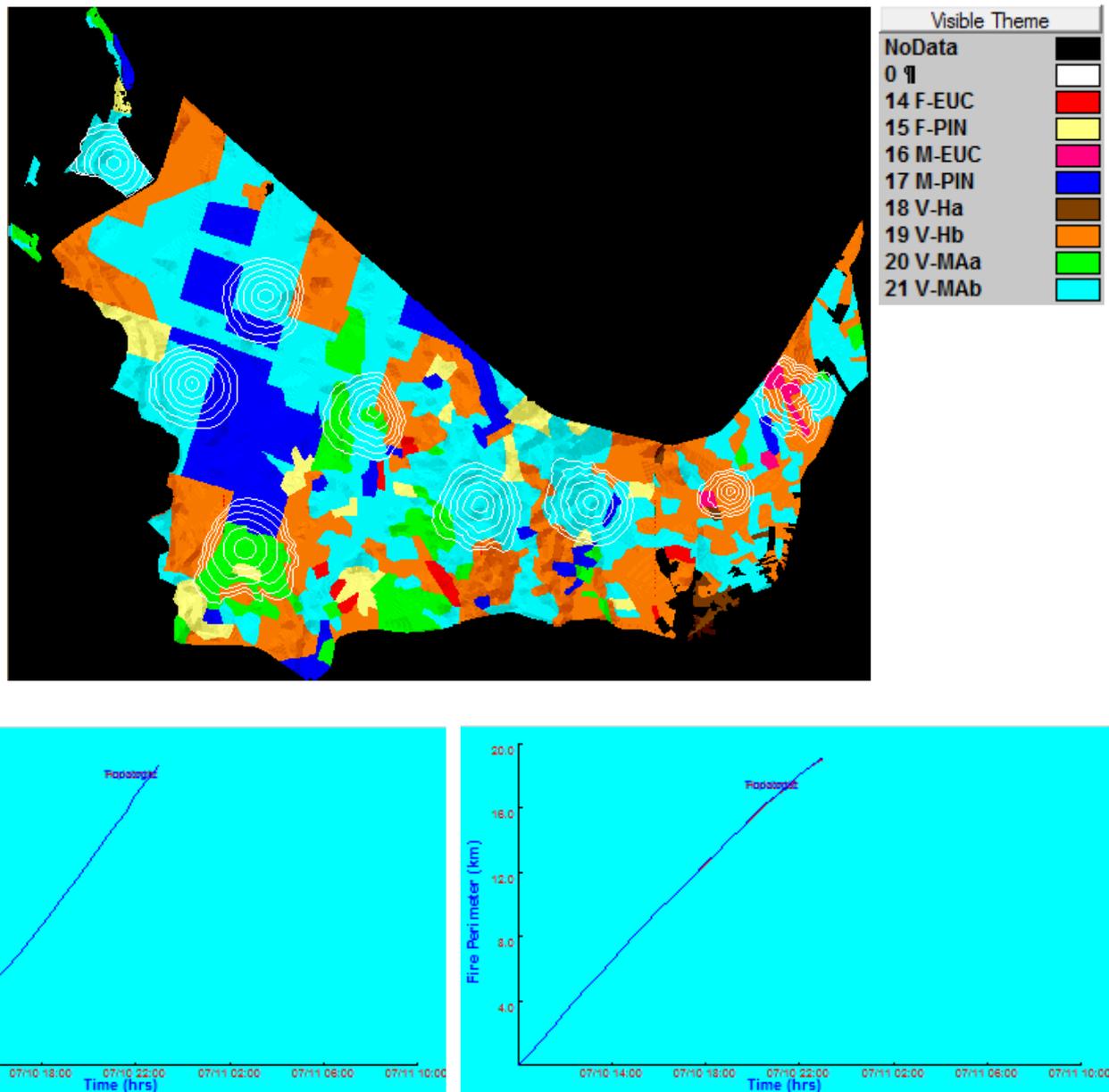


Figura 12-Área ardida na Paisagem Atual

A paisagem testemunha teve cerca de 280 hectares de paisagem ardida, com um perímetro a rondar os 19 quilómetros (tabela com valores no anexo III).

Posteriormente, procedeu-se da mesma forma à simulação de um incêndio com os mosaicos de prevenção estrutural de incêndios inseridos na paisagem. A figura 13 ilustra os resultados obtidos.

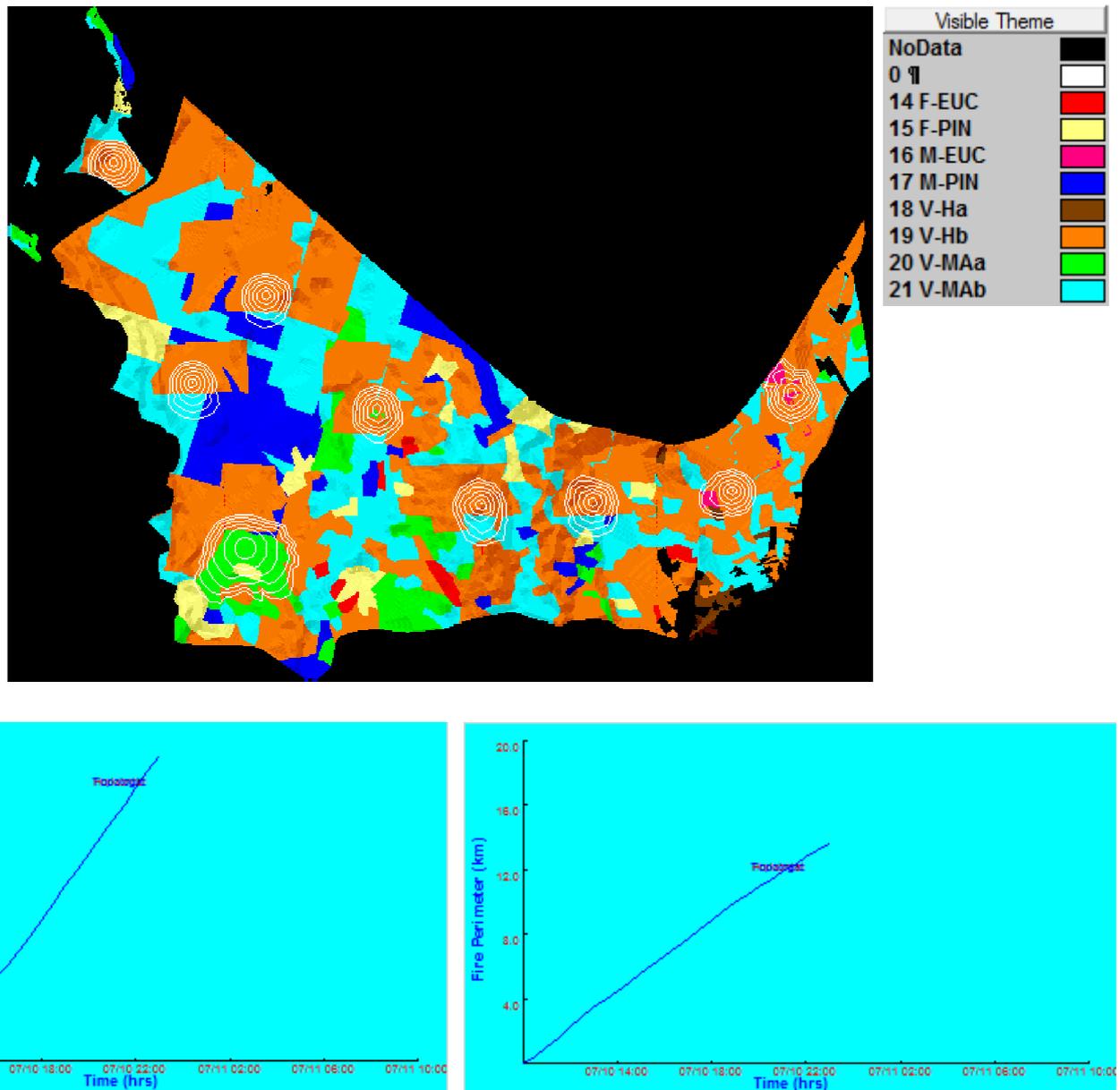


Figura 13-Área Ardida na Paisagem com os Mosaicos de Prevenção Estrutura de Incêndios

Neste caso verificou-se uma área ardida a rondar os 150 hectares com cerca de 13 quilómetros de perímetro (tabela com valores no anexo III).

Por fim, realizou-se uma nova simulação inserindo na paisagem a rede secundária de faixas de gestão de combustível. A figura 14 demonstra os resultados.

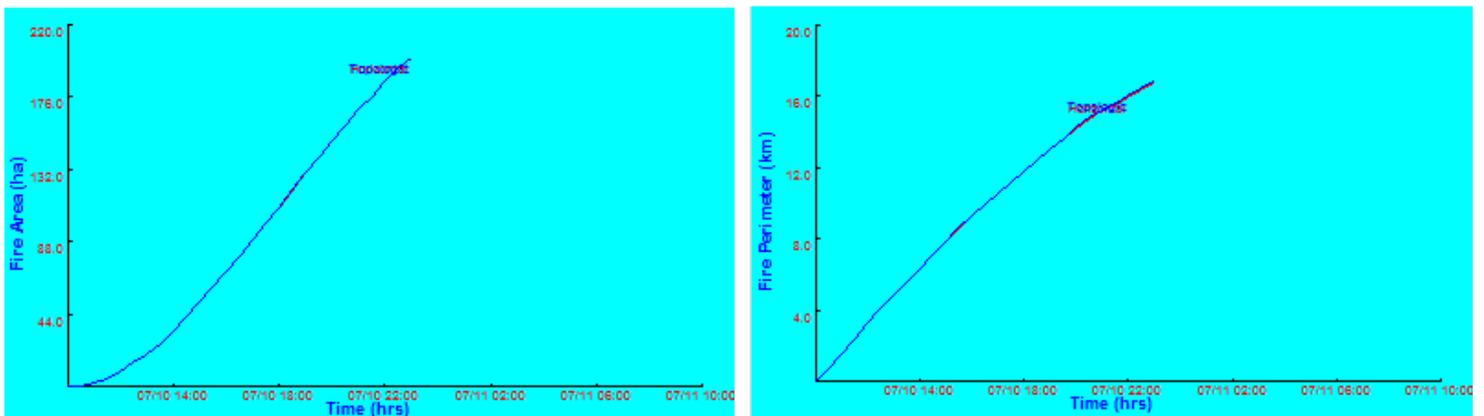
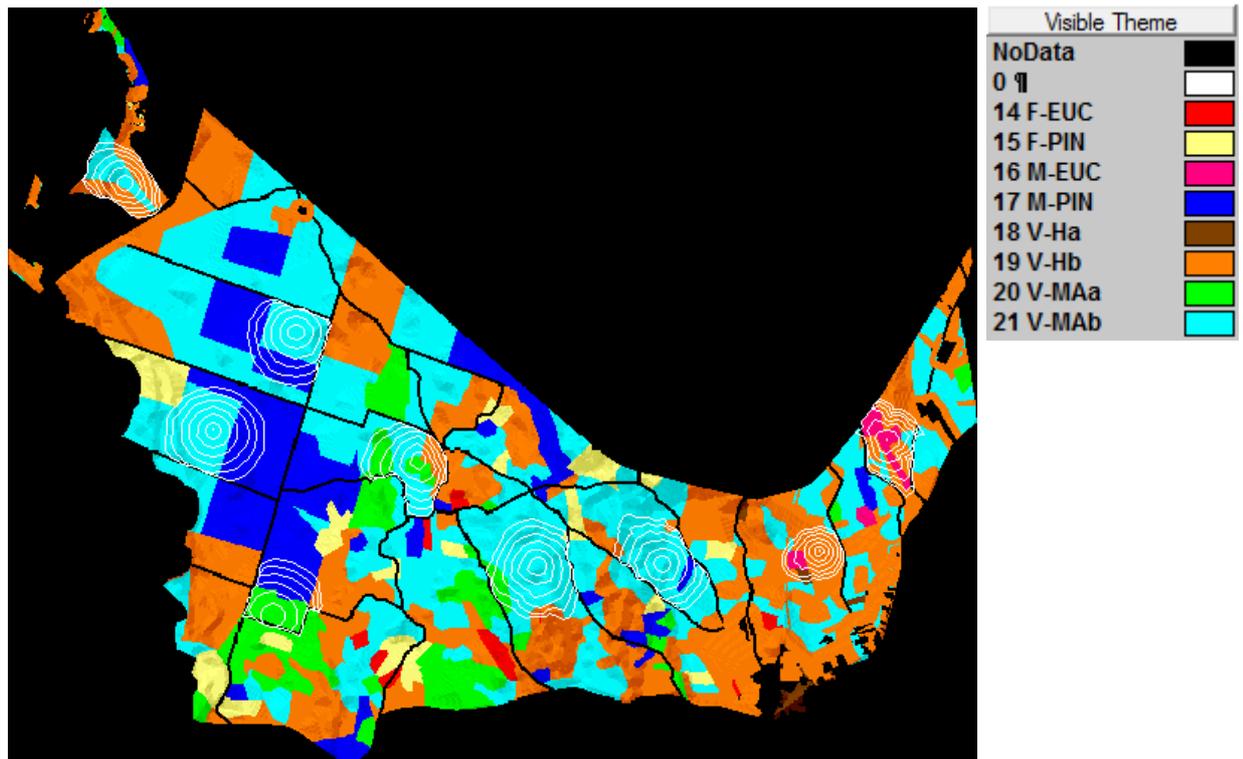


Figura 14-Área Ardida na Paisagem com a Rede Secundária de Faixas de Gestão de Combustível

Na última simulação verificou-se uma área ardida de cerca de 200 hectares ardidos com um perímetro a rondar os 17 quilómetros (tabela com valores das simulações no anexo III).

### 3.6. Análise estatística

O teste de Kruskal-Wallis permitiu verificar que existem diferenças estatisticamente significativas entre as áreas ardidas nas diferentes paisagens, pois o valor obtido foi  $p < 0.05$  (0.01112), rejeitando-se a hipótese nula.

```
kruskal-wallis rank sum test
data: farsite$area by farsite$tratamento
kruskal-wallis chi-squared = 8.9983, df = 2, p-value = 0.01112
```

Figura 15-Teste de Kruskal-Wallis

A partir do teste de comparações múltiplas observou-se que existe apenas diferenças estatisticamente significativas, na área ardida, entre a paisagem atual (controlo) e a paisagem com mosaicos. Nas comparações entre a paisagem atual e paisagem com rede secundária ou paisagem com mosaicos e paisagem com rede secundária, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas.

```
Multiple comparison test after kruskal-wallis
p.value: 0.05
Comparisons
```

	obs.dif	critical.dif	difference
controlo-mosaico	11.222222	8.957452	TRUE
controlo-rede	5.611111	8.957452	FALSE
mosaico-rede	5.611111	8.957452	FALSE

Figura 16-Teste Comparações Múltiplas

Na figura seguinte pode-se observar o valor médio de área ardida nas diferentes paisagens bem como o respetivo desvio padrão. Estes valores possibilitaram o tratamento estatístico pelo teste de comparações múltiplas.

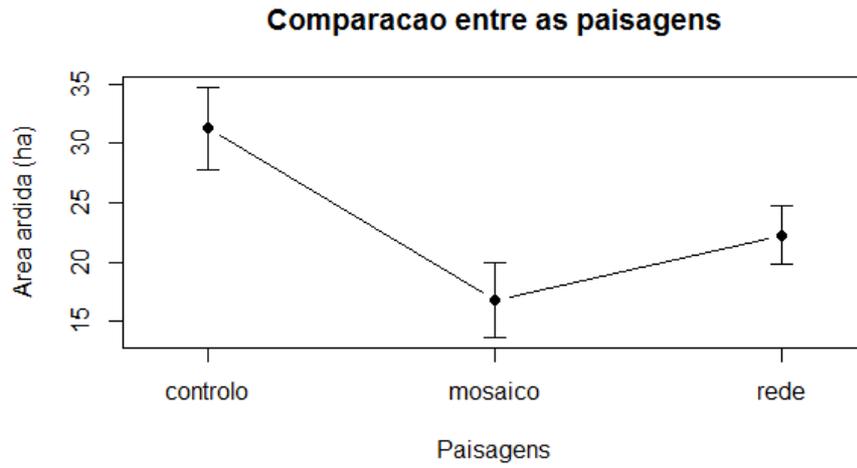


Figura 17-Valor Médio e Desvio Padrão das Diferentes Paisagens

O script utilizado no *interface RStudio* encontra-se no anexo III.

## 4. Discussão

A área de estudo deste relatório centrou-se na ZIF da Senhora da Vitória, situada na União de Freguesias de Pataias e Martingança. A escolha desta ZIF está relacionada com o facto da ZIF inicialmente escolhida, com 2000 hectares, ter uma área muito extensa. Esta extensão iria dificultar o estudo da área ZIF por diversos motivos, como por exemplo pela maior necessidade de tempo no trabalho de campo bem como pelo maior número de variáveis sob análise. Por outro lado, a área seleccionada apresentava outras vantagens como possuir uma grande área florestal e ser uma área plana com grande quantidade de caminhos florestais. A última vantagem permitiu visualizar todas as manchas da paisagem, dispensando o uso dos binóculos. De salientar que a ZIF elaborada neste relatório respeita todas as restrições/condicionantes que as decretam.

Relativamente à ocupação do solo, a ZIF é preenchida quase na totalidade por floresta, com a predominância do pinheiro-bravo com cerca de 93%. A extensão da floresta permite estudar as diversas ações a tomar para promover o aproveitamento da mesma. Por outro lado, o facto de o pinheiro-bravo ter um termo de explorabilidade maior, faz com que a planificação da gestão desta área deva incluir intervenções silvícolas tais como, desbaste e desramação. A necessidade destas operações nesta espécie contrapõe com o eucalipto-comum, espécie florestal dominante no país. Na realidade, nesta zona não se verifica a tendência de conversão dos povoamentos para eucalipto como no resto do País. As condições do clima, do solo e terreno muito arenoso podem explicar o facto de esta área não seguir essa tendência. Não obstante, as produções lenhosas muito baixas desmotivam os proprietários a optar pelo eucalipto nesta zona.

Os modelos de combustível com maior representatividade são o V-MAb e V-Hb com 39.32% e 28.70% respetivamente. Os modelos de herbáceas baixas (V-Hb) apresentam uma menor probabilidade de arder do que os matos (V-MAb, V-MAa, M-PIN, entre outros), uma vez que o primeiro tem fogos rápidos e pouco intensos enquanto os matos têm fogos mais lentos mas mais intensos. Observou-se que 60% da área florestal inserida na ZIF tem o subcoberto revestido com matos, mais

concretamente com os modelos V-MAb, M-PIN e V-MAa. Estes dados demonstram a necessidade da redução da carga de combustível presente na área da ZIF, de forma a diminuir a ocorrência de incêndios e a sua percentagem de área ardida. De ressaltar, que na digitalização da ocupação do solo e respetivos modelos de combustível a área mínima de trabalho foi de 0.1 hectares, ou seja, o tamanho mínimo dos polígonos foi de 1000 m<sup>2</sup>.

Os resultados obtidos no cadastro expõem o problema observado no Centro e Norte do País, referindo-se ao facto da estrutura da propriedade privada ser de minifúndio. Na realidade, verificou-se que 95% das propriedades inseridas na ZIF detinham uma área inferior a 2 hectares. A média ponderada do tamanho da propriedade (0.98 hectares) encontra-se fortemente influenciada pelo tamanho da maior propriedade (610 hectares). De evidenciar que durante a digitalização do cadastro, as propriedades que se encontravam parcialmente inseridas na ZIF não foram contabilizadas, isto é, só as propriedades que estavam totalmente inseridas na área da ZIF foram consideradas.

A elaboração da rede secundária de faixas de gestão de combustível foi realizada através das infraestruturas pré-existentes, sendo estas a rede viária florestal, linhas elétricas, aglomerados populacionais e edificações integradas em espaços rurais. Durante a criação desta rede secundária surgiu a dificuldade de se obterem áreas sobrepostas. Para superá-la, optou-se pelo recorte das mesmas. De ressaltar, que a rede viária florestal presente neste relatório foi realizada a partir de caminhos presentes no espaço florestal, não havendo a necessidade de criar nenhum percurso.

Durante a elaboração dos mosaicos de prevenção estrutural de incêndios surgiram diversos contratemplos. O primeiro contratempo ocorreu na elaboração dos cinco ficheiros necessários para criar o ficheiro *Landscape.LCP*, pois todos eles têm de ter as mesmas características, mesmo número de colunas e linhas bem como o sistema de coordenadas. Caso contrário, o *software* ao criar o ficheiro *Landscape.LCP* apresentava erro. Superou-se este problema a partir da elaboração dos ficheiros sempre com as mesmas características e exatamente no mesmo local. O segundo contratempo está relacionado com os resultados esperados do *FlamMap 5* a partir da

ferramenta *TOM*. Inicialmente para a paisagem ideal alteraram-se os modelos de combustível e a cobertura de copas. Contudo, os resultados obtidos apresentaram uma percentagem de tratamento da paisagem muito baixa e mosaicos com áreas pequenas (áreas inferiores a 1 hectare). Por conseguinte, a segunda simulação testou a paisagem ideal com a alteração dos modelos de combustível e mantendo a cobertura de copas da paisagem atual, conseguindo-se finalmente resultados aceitáveis.

O output de mapa de oportunidades de tratamento, gerado pelo *FlamMap 5*, tem extrema relevância uma vez que permite conhecer onde o tratamento da paisagem será mais eficaz. Desta forma, permite otimizar o trabalho efetuado na área da ZIF quando se pretende intervencioná-la para além dos mosaicos. As zonas da área ZIF que apresentam valores negativos (-1), paisagem ideal com uma taxa de velocidade de propagação do fogo maior, são zonas onde o modelo de combustível presente é o V-Hb. Este modelo é coincidente com o utilizado na paisagem ideal, fazendo com que o simulador gere estes valores.

Os orçamentos elaborados neste relatório apresentaram uma diferença significativa no custo por hectare. A rede secundária de faixas de gestão de combustível apresenta um custo por hectare mais elevado (163€ adicionais), devido à redução de densidades para respeitar o distanciamento entre copas (4 metros). Este incremento no custo está relacionado com o facto de esta intervenção ser totalmente manual. O custo por hectare nos mosaicos de prevenção estrutural de incêndios apresenta um valor adaptado a esta zona, pois é uma zona praticamente plana com um grau de pedregosidade muito baixo e com bons acessos, facilitando assim a intervenção da mesma.

As intervenções recomendadas são as que mais se adequam à área em estudo, dependendo da espécie florestal e modelo de combustível presente. Pois, quanto maior for a altura dos matos mais tempo será necessário na intervenção. Do mesmo modo, a presença do pinheiro-bravo pode necessitar de desramação, dependendo se é um povoamento jovem ou adulto. Tendo em consideração estes parâmetros em conjugação com o trabalho de campo analisou-se o tipo de tratamento a implementar, se mecanizada (limpeza de mato com corta mato) e/ou manual (limpeza de mato com

motorroçadora). A limpeza de mato com corta mato de facas ou correntes bem como o controlo da vegetação espontânea com motorroçadora na linha ou localizado são operações que se complementam, apresentando sempre a mesma percentagem de área a intervir. De ressaltar, que quanto maior a área tratada de forma mecanizada menor será o custo da intervenção.

No que concerne as simulações de incêndios, verificaram-se dificuldades no reconhecimento dos ficheiros pelo *software*. A criação dos três ficheiros adicionais, inseridos posteriormente no *FARSITE 4*, requereu a consulta a diversos *websites* para obter a informação necessária. Os dados da meteorologia são de 2014, onde se observou o dia mais seco do ano e as temperaturas mais elevadas no concelho de Alcobaca. Os dados do vento são de 2004 para o mesmo dia, pois não existia informação relativa a anos mais recentes. Os dados foram retirados da estação meteorológica mais próxima da ZIF, situada em Pataias-Gare. Todavia, na elaboração destes ficheiros foi necessário bastante cuidado, pois bastava um mínimo erro para o *software* não os reconhecer. Para elaborar estes ficheiros foi preciso estudá-los de forma a saber como estão estruturados, isto é, saber como o *software* os processa, de forma a inserir no sítio correto a informação que este necessita para as simulações.

As simulações dos incêndios foram realizadas entre as 10:00 e as 23:00 horas. A escolha deste horário relaciona-se com a tentativa de aproximar a simulação a uma situação real. A paisagem com os mosaicos de prevenção estrutural de incêndios foi a que obteve melhores resultados na redução da área ardida. De facto, conseguiu-se reduzir 130 hectares de área ardida na paisagem com os mosaicos comparativamente à paisagem atual (redução de cerca de 46%). Não obstante, a redução obtida dependeu também da paisagem atual ter cerca de 19% do modelo de combustível V-Hb, pois como referido anteriormente é o modelo com menor carga de combustível fino. Concretamente, na paisagem com os mosaicos de prevenção estrutural de incêndios existem cerca de 629 hectares do modelo V-Hb, representando cerca de 50% da área da ZIF. Este modelo é proveniente do tratamento dos modelos V-MAb, V-MAa e M-PIN.

A redução da área ardida na paisagem com a rede secundária de faixas de gestão de combustível foi de 80 hectares, descendo para os 200 hectares a área consumida por um incêndio. Nesta simulação observou-se que o incêndio não avançava mais ao chegar à rede viária, pois na rede viária não existia combustível para arder. Os mosaicos de prevenção estrutural de incêndios totalizam 262.40 hectares sujeitos a tratamento, contrastando com os 130.75 hectares da rede secundária de faixas de gestão de combustível, sendo uma diferença do dobro entre ambos. Esta diferença pode ter tido implicações diretas nos resultados obtidos, onde se observou uma menor área ardida nos mosaicos. A diferença de custo para implementação no território entre ambos é de 53881€. Desta forma, torna-se mais vantajoso implementar os mosaicos de prevenção estrutural de incêndios, pois apresentam uma boa relação de custo-benefício, uma vez que, os resultados obtidos são melhores e a área de intervenção é superior.

Estas simulações permitiram observar que a criação de mais rede viária florestal, na rede secundária de faixas de gestão de combustível, irá diminuir a área percorrida por um incêndio. Na criação dos mosaicos de prevenção estrutural de incêndios, no foco de incêndio mais a Sul (ignição nº 5), o *software* não considerou o tratamento da paisagem com o modelo V-MAa, que é para onde os resultados da simulação indicam que será a propagação do fogo. Assim, este pode não ter considerado esta área de intervenção, pois pode ter considerado que esta não traria grandes benefícios para a diminuição da área ardida.

A análise estatística corrobora as análises anteriores, pois a partir do teste de Kruskal-Wallis observou-se a existência de diferenças estatisticamente significativas na área ardida entre as diferentes paisagens. Contudo, o teste de comparações múltiplas demonstrou que apenas a paisagem atual e a paisagem com mosaicos apresentavam diferença. Nas restantes comparações, a diferença na área ardida não é estatisticamente significativa. O gráfico elaborado a partir do tratamento estatístico realizado, ilustra a grande diferença entre paisagem atual e a paisagem com mosaicos. O valor médio de área ardida na paisagem atual ronda os 31 hectares, na paisagem com mosaicos são cerca de 17 hectares e na paisagem com rede secundária cerca de 22 hectares. O facto das duas comparações não apresentarem diferenças

estatisticamente significativas, prende-se com a proximidade entre os valores médios de área ardida tendo em conta os respetivos erros padrão.

Por fim, as nove ignições criadas e utilizadas na criação dos mosaicos de prevenção estrutural de incêndios e nas simulações, foram escolhidas com o intuito de abranger a maior área possível. Desta forma, conseguiu-se abranger um maior número de possíveis focos de ignição. O número de ignições é diretamente proporcional à área ardida. A utilização das diversas ignições neste trabalho possibilitou estabelecer um plano de prevenção e criação de uma paisagem mais resiliente aos incêndios, concluindo que a implementação dos mosaicos de prevenção estrutural de incêndios seria mais benéfica, de maneira a reduzir a área consumida por um incêndio. De realçar, que o uso das mesmas ignições tanto na criação dos mosaicos de prevenção estrutural de incêndios como nas simulações, pode ter beneficiado os resultados obtidos nos mosaicos.

As dificuldades que surgiram na elaboração deste relatório estão relacionadas com a aplicação da classificação dos modelos de combustível. Esta dificuldade foi ultrapassada pela utilização de uma folha com a descrição e fotografias dos 18 modelos durante o trabalho de campo. A escolha desta classificação prende-se com o facto de esta ser mais adequada aos tipos de modelos de combustível presentes em Portugal Continental bem como aos encontrados na área de estudo. A única desvantagem desta classificação comparativamente à recomendada pelo ICNF, criada pelo Northern Forest Fire Laboratory (NFFL) dos Serviços Florestais Americanos (U.S. Forest Service), é que engloba 18 modelos de combustível enquanto a da NFFL tem um total de 13.

A responsabilidade das manutenções futuras das áreas intervencionadas fica ao encargo dos proprietários, no caso dos mosaicos de prevenção estrutural de incêndios. Relativamente à rede secundária de faixas de gestão de combustível, a manutenção é da responsabilidade das entidades gestoras, como por exemplo a FGC da linha elétrica é da responsabilidade da EDP. As FGC relacionadas com as edificações integradas em espaços rurais e os aglomerados populacionais, são também da responsabilidade dos proprietários.

## 5. Conclusão

O objetivo deste relatório era elaborar uma zona de intervenção florestal passível de concretizar no território. De facto, esta ZIF será implementada brevemente no concelho de Alcobaça. A zona escolhida situa-se perto da sede da APFCAN, facilitando a intervenção nesta área bem como o contato futuro com os proprietários.

O uso de diverso *software* na elaboração deste relatório possibilitou a simplificação dos processos de simulação. Desta forma, permitiu o estudo do comportamento do fogo sob diferentes circunstâncias, a criação de mosaicos de prevenção estrutural de incêndios em locais eficazes, entre outros.

Nos mosaicos de prevenção estrutural de incêndios obteve-se uma redução de cerca de 46% da área ardida. Contudo, apresenta um custo de implementação superior, mas a relação custo-benefício é vantajosa uma vez que os resultados obtidos foram significativos. Embora a rede secundária de faixas de gestão de combustível não tenha atingido os mesmos resultados, esta pode ser considerada em situações de orçamento baixo. De referir, que o custo de tratamento por hectare é mais elevado do que nos mosaicos de prevenção estrutural de incêndios. A nível estatístico não existem diferenças significativas na área ardida entre a paisagem com mosaicos e a paisagem com rede secundária.

Por fim, para que a ZIF seja implementada no concelho de Alcobaça, no futuro irá proceder-se à constituição do núcleo fundador e da fase da consulta prévia. Os mosaicos elaborados neste relatório poderão ser utilizados numa candidatura futura da ZIF na Defesa da Floresta Contra Incêndios.

## 6. Bibliografia

1. Coelho IS. Propriedade da Terra e Política Florestal em Portugal. *Silva Lusitana*. 2003;11:185-99.
2. Devy-Vareta N. Questões metodológicas e problemática actual da floresta portuguesa. 2º Colóquio Ibérico de Geografia, Lisboa, 1980, 1982, vol 1, p 387-395. 2013.
3. Valente S, Coelho C, Ribeiro C, Soares J. Forest Intervention Areas (ZIF): A New Approach for Non-Industrial Private Forest Management in Portugal. *Silva Lusitana*. 2013;21:137-61.
4. Moreira F, Catry FX, Silva JS, Rego F. Ecologia do fogo e gestão de áreas ardidas. 2010.
5. Silva JS, Vaz P, Moreira F, Catry F, Rego FC. Wildfires as a major driver of landscape dynamics in three fire-prone areas of Portugal. *Landscape and Urban Planning*. 2011;101(4):349-58.
6. Baptista FO, Santos RT. Os proprietários florestais: resultados de um inquérito: Celta Editora; 2005.
7. Decreto-Lei nº 27/2014 de 18 de Fevereiro. In: Mar. MdAed, editor. Diário da República nº34 - I Série: Ministério da Agricultura e do Mar.
8. Devy-Vareta N. O regime florestal em Portugal através do século XX (1903-2003). *Revista da Faculdade de Letras-Geografia*, XIX. 2003:447-55.
9. ICNF. Inventário Florestal Nacional 4 (3º Revisão). 1995-1998.
10. ICNF. Inventário Florestal Nacional 5. 2005-2006.
11. ICNF. Inventário Florestal Nacional 6. 2013.
12. Sousa E, Naves P, Bonifácio L, Lurdes I. Boas práticas fitossanitárias em pinhal2011.

13. Estratégia Nacional para as Florestas. Diário da República nº24 - I Série - 4 de Fevereiro de 2015.
14. ICNF. Estratégia para a Gestão das Matas Nacionais. 2012.
15. Decreto-Lei nº17/2009 de 14 de Janeiro. Diário da República Nº 9 - I Série.
16. Botelho HS, Salgueiro A. Aspectos meteorológicos e topográficos com influência no comportamento do fogo. In Curso sobre o Uso da Técnica do Fogo Controlado", UTAD/FLAD. Lousã.1998.
17. Carvalho PACFd. Modelação do risco de incêndio florestal com redes neuronais artificiais: aplicação ao Parque Natural de Montesinho. 2006.
18. Chandler C, Cheney P, Thomas P, Trabaud L, Williams D. Fire in forestry. Volume 1. Forest fire behavior and effects. Volume 2. Forest fire management and organization: John Wiley & Sons, Inc.; 1983.
19. Fuller M. Forest fires: an introduction to wildland fire behavior, management, firefighting, and prevention: John Wiley & Sons, Inc.; 1991.
20. Silva M. Caracterização dos combustíveis florestais em sobreirais de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro; 2008.
21. Fernandes P, Gonçalves H, Loureiro C, Fernandes M, Costa T, Cruz MG, et al., editors. Modelos de combustível florestal para Portugal. Actas do 6º Congresso Florestal Nacional SPCF, Lisboa; 2009.
22. Silva JS. Unidade Curricular de Planeamento da Defesa da Floresta Contra Incêndios. Coimbra: Escola Superior Agrária de Coimbra; 2014.
23. Fernandes P. Caracterização do combustível florestal em ecossistemas de Pinus pinaster Ait.: aplicação do Sistema BEHAVE. Relatório Final de Estágio da Lic em Engenharia Florestal(Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro: Vila Real, Portugal). 1991.

24. Fernandes P, Loureiro C, Botelho H, Ferreira A, Fernandes M. Avaliação indirecta da carga de combustível em pinhal bravo. *Silva Lusitana*. 2002;10(1):73-90.
25. Anderson HE. Aids to determining fuel models for estimating fire behavior. *The Bark Beetles, Fuels, and Fire Bibliography*. 1982:143.
26. ICON A. Clave fotografica para la identificación de modelos de combustible. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 1991.
27. ICNF. Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios (PMDFCI) - Guia Técnico. 2012.
28. FlamMap. United States Department Agriculture. <http://www.firelab.org/project/flammap>.
29. McHugh CW. Considerations in the use of models available for fuel treatment analysis. *Proceedings of the Fuels Management-How to Measure Success*. 2006:81-105.
30. Finney MA. FARSITE: Fire area simulator: model development and evaluation. 2004.
31. Stratton RD. Guidance on spatial wildland fire analysis: models, tools, and techniques. 2006.
32. Andrews PL, Bevins CD, Seli RC. BehavePlus Fire Modeling System: Version 2.0: User's Guide: US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station Fort Collins, CO; 2003.
33. Terrén DM, López EM, Ribau MC, editors. Simulaciones con Farsite para redactar planes comarcales de gestión de fuegos forestales de una manera coste eficiente: Estudio de casos. *Congresos-CARGA FINAL*; 2005.
34. Instituto Nacional de Estatística. <https://www.ine.pt/>.
35. Instituto Português do Mar e da Atmosfera. Ficha Climatológica Alcobça/EFructicultura(126)1971-2000.

36. ICNF. Manual de Procedimentos de Apoio à constituição de ZIF. 2011.
37. Oficina do Mapa. Faculdade de Letras da Universidade do Porto.
38. Finney MA, editor An overview of FlamMap fire modeling capabilities. Fuels management—how to measure success: conference proceedings; 2006: USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fort Collins, CO.
39. Scott JH, Burgan RE. Standard fire behavior fuel models: a comprehensive set for use with Rothermel's surface fire spread model. The Bark Beetles, Fuels, and Fire Bibliography. 2005:66.
40. ICNF. CAOF - Custos de operações de arborização, rearborização e beneficiação de povoamentos florestais. 2013-2014.
41. Fernandes PM. A silvicultura preventiva do pinhal bravo. 2009.
42. Pinto MA, Miranda Arabolaza MJ. Estudo da mortalidade causada por escolitídeos (Coleoptera: Scolytidae) em povoamentos de pinheiro bravo (*Pinus pinaster* Ait.) submetidos a fogo controlado. 2005.
43. AccuWeather. [www.accuweather.com](http://www.accuweather.com)].
44. METEOPROG. <http://www.meteoprog.com.pt/>].
45. Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos. <http://snirh.pt> ].
46. FARSITE. United States Department Agriculture. <http://www.firelab.org/project/farsite>].
47. Martinez LF, Ferreira AIF. Análise de Dados com SPSS: Primeiros passos. 3ª ed: Escolar Editora; 2010.
48. Siegel SC, Castellan J. NJ (1988). Nonparametric statistics for the behavioural sciences. New York, McGraw-Hill.

# Anexos

## Anexo I

### Cartografia de Enquadramento

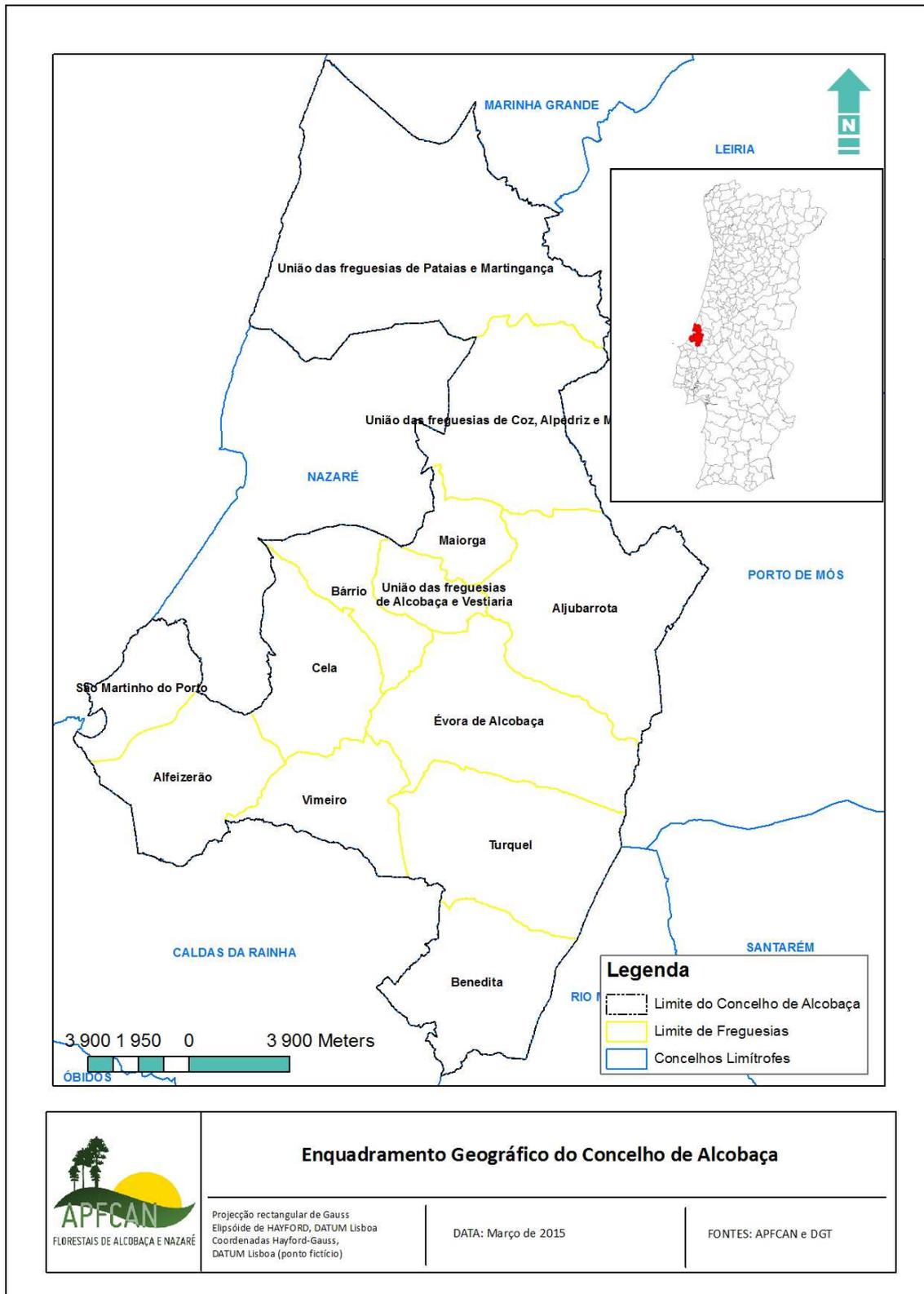


Figura 18-Enquadramento Geográfico do Concelho de Alcobaça

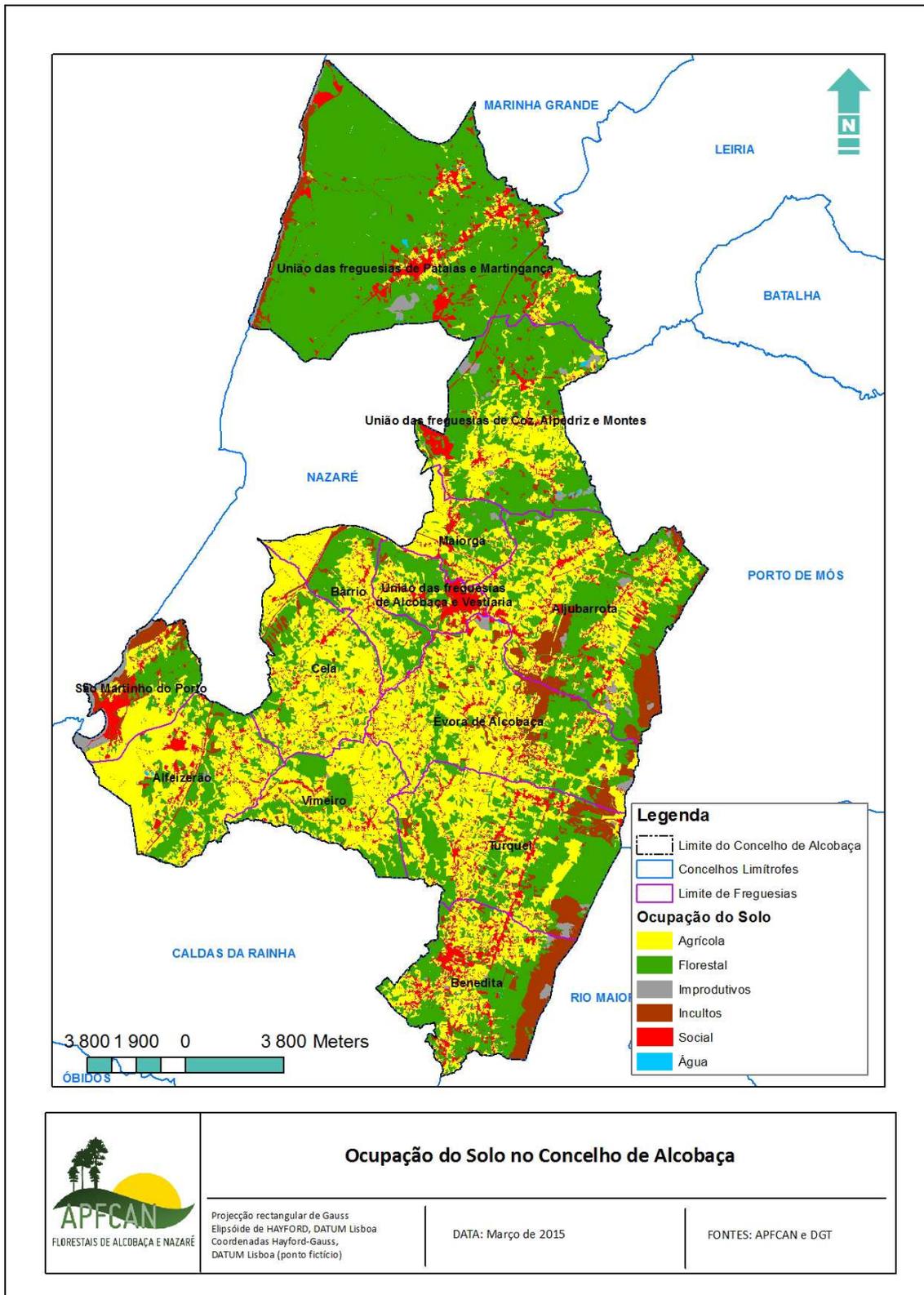


Figura 19-Ocupação do Solo no Concelho de Alcobaça

# Anexo II

## Metodologia

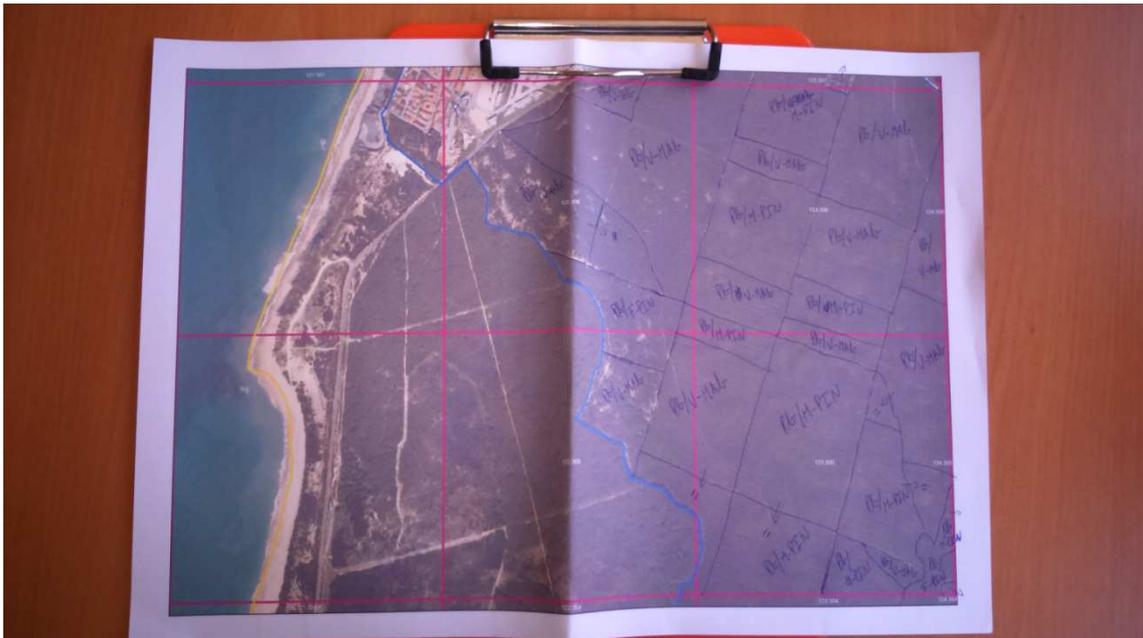


Figura 20-Secções de Ortofotomapa usadas no campo

## ***Fotografias exemplificativas dos modelos de combustível***



**Figura 22-Modelo de Combustível M-EUC**



**Figura 21-Modelo de Combustível V-MAb em Ec**



**Figura 24-Modelo de Combustível V-Hb em Ec**



**Figura 23-Modelo de Combustível V-MAa em Pb**



**Figura 25-Modelo de Combustível V-MAb em Pb**



Figura 27-Modelo de Combustível M-PIN-



Figura 26-Modelo de Combustível F-PIN

Tabela 15-Nome científico das espécies florestais

<b>Espécies Florestais</b>	<b>Nome Científico</b>
Pinheiro-bravo	<i>Pinus pinaster</i>
Pinheiro-manso	<i>Pinus pinea</i>
Pinheiro-de-alepo	<i>Pinus halepensis</i>
Pinheiro-radiata	<i>Pinus radiata</i>
Pinheiro-silvestre	<i>Pinus sylvestris</i>
Alfarrobeira	<i>Ceratonia siliqua</i>
Castanheiro	<i>Castanea sativa</i>
Eucalipto-comum	<i>Eucalyptus globulus</i>
Sobreiro	<i>Quercus suber</i>
Azinhaira	<i>Quercus rotundifolia</i>
Carvalho-português	<i>Quercus faginea</i>
Carvalho-negral	<i>Quercus pyrenaica</i>
Carvalho-roble	<i>Quercus robur</i>
Amieiro	<i>Alnus glutinosa</i>
Bétula	<i>Betula celtiberica</i>
Faia	<i>Fagus sylvatica</i>
Freixo	<i>Fraxinus angustifolia</i>
Medronheiro	<i>Arbutus unedo</i>
Ulmeiro	<i>Ulmus glabra</i>

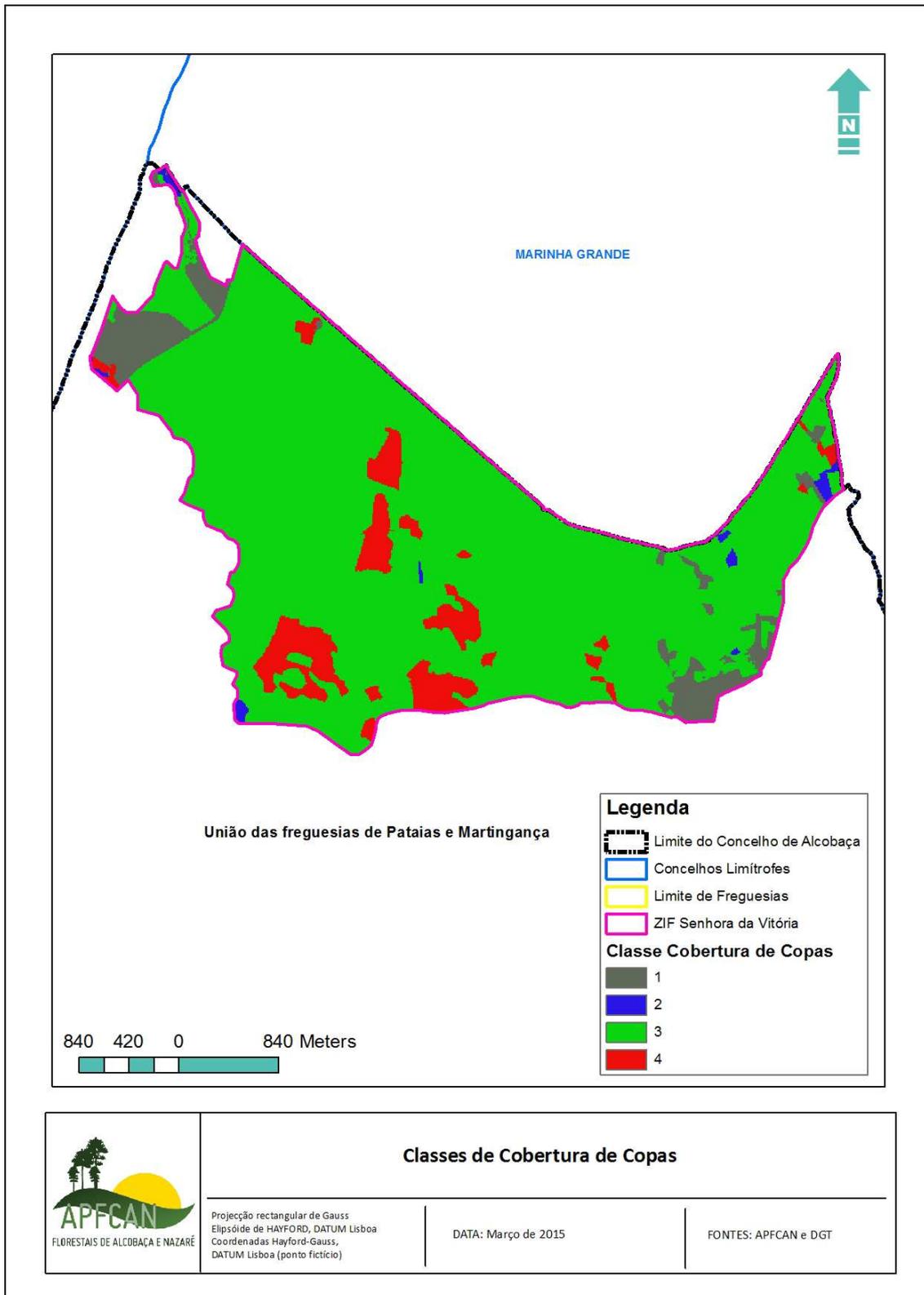


Figura 28-Classe de Cobertura de Copas

**Custom Models.FMD**

Tabela 16-Custom Models.FMD

14	F-EUC	2.07	1.32	0.57	0	0.5	static	1280	1280	1524	1.05	26	9021.4	8806.6	Euc folhada semsub-bosque
15	F-PIN	2.9	0.67	0	0	0	static	1676	1676	1676	0.33	45	8806.6	9236.2	Pinhal folhada
16	M-EUC	3.73	1.7	0	0	2.01	static	1433	1280	1524	2.1	32	9021.4	9021.4	Euc folhada com sub-bosque
17	M-PIN	3.22	1.34	0	0	3.07	static	1676	1676	1829	1.64	40	8806.6	9236.2	Pinhal folhada+sub-bosque
18	V-Ha	0.22	0.04	0	1.12	0.13	dynamic	1219	1829	1219	1.97	24	8162.2	8162.2	Herbáceas altas
19	V-Hb	0.13	0	0	0.54	0	dynamic	1829	1829	1829	1.15	24	8162.2	8162.2	Herbáceas curtas
20	V-MAa	4.24	1.12	0	0	6.47	static	1067	1219	1219	3.44	35	9021.4	9021.4	Urzal, tojal, carqueijal - alto
21	V-MAb	2.68	0.22	0	0	3.35	static	1372	1372	1372	1.64	35	9021.4	9021.4	Urzal, tojal, carqueijal

**Moistures.FMS**

Tabela 17-Moistures.FMS

14	9	10	11	90	120
15	9	10	11	90	120
16	9	10	11	90	120
17	9	10	11	90	120
18	9	10	11	90	120
19	9	10	11	90	120
20	9	10	11	90	120
21	9	10	11	90	120

**Weather Files.WTR**

Tabela 18-Weather Files.WTR

METRIC									
7	10	0	600	1200	21	31	60	39	100

**Wind Files.WND**

Tabela 19-Wind Files.WND

METRIC					
7	10	0	1	158	0
7	10	100	0	146	0
7	10	200	0	180	0
7	10	300	0	124	0
7	10	400	0	203	0
7	10	500	0	135	0
7	10	600	0	135	0
7	10	700	0	169	0
7	10	800	0	191	0
7	10	900	0	315	0
7	10	1000	2	23	0
7	10	1100	2	360	0
7	10	1200	2	68	0
7	10	1300	2	293	0
7	10	1400	2	11	0
7	10	1500	2	56	0
7	10	1600	2	326	0
7	10	1700	2	293	0
7	10	1800	2	23	0
7	10	1900	2	90	0
7	10	2000	2	338	0
7	10	2100	2	349	0
7	10	2200	2	315	0
7	10	2300	2	349	0

**Adjustments.ADJ**

Tabela 20-Adjustments.ADJ

1	1.000000	26	1.000000
2	1.000000	27	1.000000
3	1.000000	28	1.000000
4	1.000000	29	1.000000
5	1.000000	30	1.000000
6	1.000000	31	1.000000
7	1.000000	32	1.000000
8	1.000000	33	1.000000
9	1.000000	34	1.000000
10	1.000000	35	1.000000
11	1.000000	36	1.000000
12	1.000000	37	1.000000
13	1.000000	38	1.000000
14	1.000000	39	1.000000
15	1.000000	40	1.000000
16	1.000000	41	1.000000
17	1.000000	42	1.000000
18	1.000000	43	1.000000
19	1.000000	44	1.000000
20	1.000000	45	1.000000
21	1.000000	46	1.000000
22	1.000000	47	1.000000
23	1.000000	48	1.000000
24	1.000000	49	1.000000
25	1.000000	50	1.000000

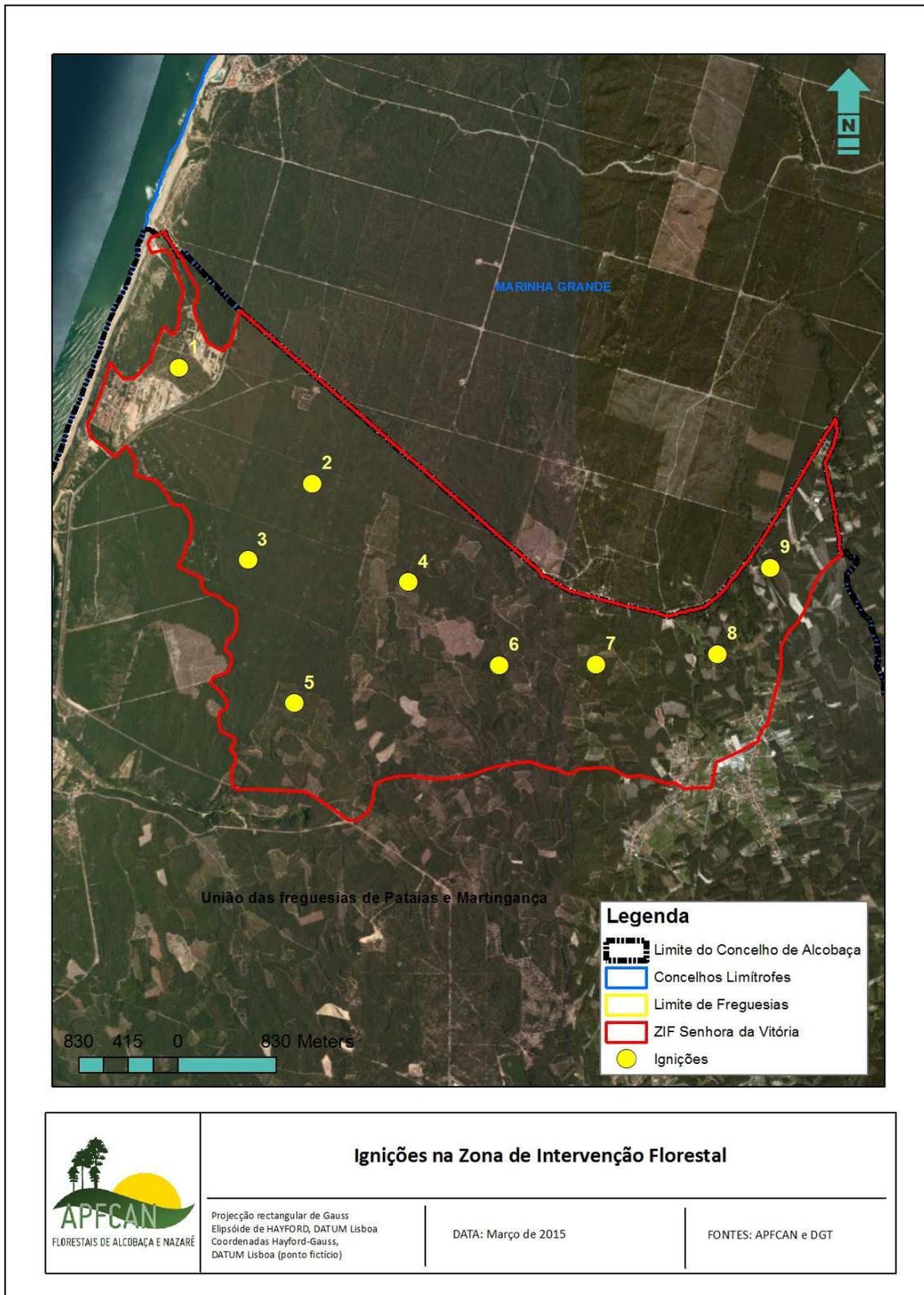


Figura 29-Ignições na Zona de Intervenção Florestal

Tabela 21-Base de Dados RStudio

ign	paisagem	area
1	controlo	18.5
2	controlo	33.7
3	controlo	36.6
4	controlo	33.3
5	controlo	47.5
6	controlo	36.8
7	controlo	35.1
8	controlo	12.9
9	controlo	27
1	mosaico	10.2
2	mosaico	12.9
3	mosaico	14.9
4	mosaico	13
5	mosaico	41.6
6	mosaico	16.7
7	mosaico	15.7
8	mosaico	12.6
9	mosaico	13.9
1	rede	16.9
2	rede	24.7
3	rede	34.1
4	rede	21.6
5	rede	17.9
6	rede	32.1
7	rede	24.4
8	rede	12.1
9	rede	16.4

Tabela 22-Área ardida por Ponto de Ignição e por Paisagem

Ignições	Área ardida na paisagem sem alterações (ha)	Área ardida na paisagem com mosaicos (ha)	Área ardida na paisagem com rede secundária (ha)
1	18.5	10.2	16.9
2	33.7	12.9	24.7
3	36.6	14.9	34.1
4	33.3	13	21.6
5	47.5	41.6	17.9
6	36.8	16.7	32.1
7	35.1	15.7	24.4
8	12.9	12.6	12.1
9	27	13.9	16.4
<b>Total</b>	<b>281.4</b>	<b>151.5</b>	<b>200.2</b>
<b>Valor médio</b>	<b>31.3</b>	<b>16.8</b>	<b>22.2</b>

# Anexo III

## Resultados

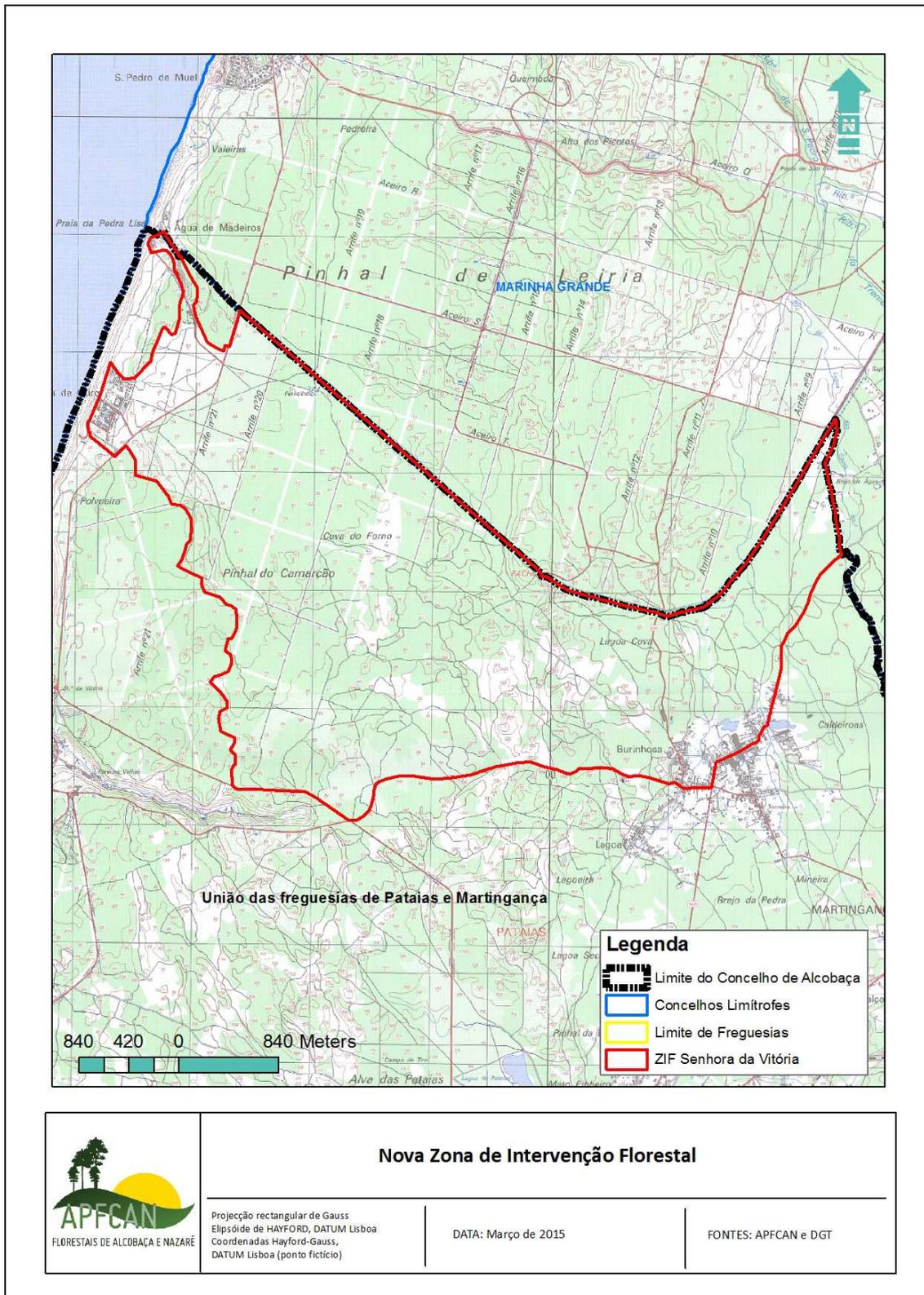


Figura 30-Nova Zona de Intervenção Florestal

### Paisagem Atual sem alterações (testemunha)

Tabela 23-Simulação Paisagem Atual sem Alterações

Fire Area (Hectares)				
Date	Elapsed	Current	Horizontal	Slope
10/jul	00:00	10:00	0.00	0.00
10/jul	00:30	10:30	0.40	0.40
10/jul	01:00	11:00	2.07	2.07
10/jul	01:30	11:30	5.03	5.03
10/jul	02:00	12:00	9.13	9.13
10/jul	02:30	12:30	14.26	14.26
10/jul	03:00	13:00	20.61	20.61
10/jul	03:30	13:30	27.86	27.87
10/jul	04:00	14:00	36.01	36.01
10/jul	04:30	14:30	45.50	45.50
10/jul	05:00	15:00	56.05	56.06
10/jul	05:30	15:30	67.19	67.21
10/jul	06:00	16:00	78.75	78.77
10/jul	06:30	16:30	91.00	91.02
10/jul	07:00	17:00	104.07	104.10
10/jul	07:30	17:30	117.48	117.51
10/jul	08:00	18:00	131.26	131.29
10/jul	08:30	18:30	145.28	145.32
10/jul	09:00	19:00	160.22	160.27
10/jul	09:30	19:30	175.48	175.53
10/jul	10:00	20:00	190.54	190.59
10/jul	10:30	20:30	205.60	205.67
10/jul	11:00	21:00	220.92	220.99
10/jul	11:30	21:30	236.37	236.45
10/jul	12:00	22:00	251.80	251.89
10/jul	12:30	22:30	266.76	266.86
10/jul	13:00	23:00	281.43	281.53

Fire Perimeter (Kilometers)			
Date	Elapsed	Current	Horizontal
10/jul	00:00	10:00	0.055623 0.055623
10/jul	00:30	10:30	0.663240 0.665030
10/jul	01:00	11:00	1.517768 1.518883
10/jul	01:30	11:30	2.372079 2.373190
10/jul	02:00	12:00	3.213888 3.215283
10/jul	02:30	12:30	4.036592 4.038437
10/jul	03:00	13:00	4.866731 4.870515
10/jul	03:30	13:30	5.666785 5.670751
10/jul	04:00	14:00	6.456904 6.461935
10/jul	04:30	14:30	7.257356 7.263660
10/jul	05:00	15:00	8.077260 8.083305
10/jul	05:30	15:30	8.849095 8.854942
10/jul	06:00	16:00	9.617024 9.623916
10/jul	06:30	16:30	10.347662 10.355653
10/jul	07:00	17:00	11.082505 11.091547
10/jul	07:30	17:30	11.794546 11.804513
10/jul	08:00	18:00	12.513572 12.525411
10/jul	08:30	18:30	13.213656 13.226376
10/jul	09:00	19:00	13.973685 13.987503
10/jul	09:30	19:30	14.716467 14.732084
10/jul	10:00	20:00	15.465108 15.485408
10/jul	10:30	20:30	16.158453 16.180512
10/jul	11:00	21:00	16.745296 16.765119
10/jul	11:30	21:30	17.403426 17.423910
10/jul	12:00	22:00	18.052047 18.072740
10/jul	12:30	22:30	18.547132 18.567846
10/jul	13:00	23:00	19.096378 19.117140

### Paisagem com Mosaicos de Prevenção Estrutural de Incêndios

Tabela 24-Simulação Paisagem com Mosaicos de Prevenção Estrutural de Incêndios

Fire Area (Hectares)				
Date	Elapsed	Current	Horizontal	Slope
10/jul	00:00	10:00	0.00	0.00
10/jul	00:30	10:30	0.20	0.20
10/jul	01:00	11:00	1.00	1.00
10/jul	01:30	11:30	2.40	2.40
10/jul	02:00	12:00	4.60	4.60
10/jul	02:30	12:30	7.48	7.48
10/jul	03:00	13:00	11.00	11.00
10/jul	03:30	13:30	14.84	14.84
10/jul	04:00	14:00	19.15	19.15
10/jul	04:30	14:30	23.88	23.88
10/jul	05:00	15:00	29.10	29.10
10/jul	05:30	15:30	34.66	34.67
10/jul	06:00	16:00	40.65	40.65
10/jul	06:30	16:30	47.19	47.19
10/jul	07:00	17:00	54.40	54.41
10/jul	07:30	17:30	62.04	62.05
10/jul	08:00	18:00	69.86	69.87
10/jul	08:30	18:30	77.99	78.00
10/jul	09:00	19:00	86.45	86.46
10/jul	09:30	19:30	94.67	94.69
10/jul	10:00	20:00	102.70	102.72
10/jul	10:30	20:30	110.91	110.94
10/jul	11:00	21:00	119.17	119.20
10/jul	11:30	21:30	127.51	127.54
10/jul	12:00	22:00	135.74	135.77
10/jul	12:30	22:30	143.86	143.89
10/jul	13:00	23:00	151.56	151.60

Fire Perimeter (Kilometers)			
Date	Elapsed	Current	Horizontal
10/jul	00:00	10:00	0.055623 0.055623
10/jul	00:30	10:30	0.450178 0.450178
10/jul	01:00	11:00	1.015960 1.017089
10/jul	01:30	11:30	1.568300 1.569415
10/jul	02:00	12:00	2.190417 2.192203
10/jul	02:30	12:30	2.810079 2.811432
10/jul	03:00	13:00	3.405393 3.407354
10/jul	03:30	13:30	3.939090 3.941104
10/jul	04:00	14:00	4.483050 4.486308
10/jul	04:30	14:30	5.006174 5.009944
10/jul	05:00	15:00	5.547508 5.551871
10/jul	05:30	15:30	6.085007 6.089443
10/jul	06:00	16:00	6.630758 6.635233
10/jul	06:30	16:30	7.170159 7.175743
10/jul	07:00	17:00	7.734113 7.740105
10/jul	07:30	17:30	8.297066 8.304875
10/jul	08:00	18:00	8.853366 8.860463
10/jul	08:30	18:30	9.396604 9.403519
10/jul	09:00	19:00	9.939334 9.947041
10/jul	09:30	19:30	10.475159 10.483319
10/jul	10:00	20:00	10.940707 10.949103
10/jul	10:30	20:30	11.411814 11.420915
10/jul	11:00	21:00	11.891723 11.900962
10/jul	11:30	21:30	12.269251 12.278513
10/jul	12:00	22:00	12.736622 12.746576
10/jul	12:30	22:30	13.142352 13.152769
10/jul	13:00	23:00	13.604920 13.618659

### Paisagem com Rede Secundária de Faixas de Gestão de Combustível

Tabela 25-Simulação Paisagem com Rede Secundária de Faixas de Gestão de Combustível

Fire Area (Hectares)				
Date	Elapsed	Current	Horizontal	Slope
10/jul	00:00	10:00	0.00	0.00
10/jul	00:30	10:30	0.40	0.40
10/jul	01:00	11:00	2.07	2.07
10/jul	01:30	11:30	5.03	5.03
10/jul	02:00	12:00	9.13	9.13
10/jul	02:30	12:30	13.94	13.94
10/jul	03:00	13:00	19.62	19.62
10/jul	03:30	13:30	26.15	26.15
10/jul	04:00	14:00	33.47	33.47
10/jul	04:30	14:30	41.79	41.80
10/jul	05:00	15:00	50.86	50.87
10/jul	05:30	15:30	60.09	60.11
10/jul	06:00	16:00	69.31	69.33
10/jul	06:30	16:30	78.99	79.01
10/jul	07:00	17:00	89.05	89.07
10/jul	07:30	17:30	99.03	99.06
10/jul	08:00	18:00	108.81	108.84
10/jul	08:30	18:30	118.70	118.73
10/jul	09:00	19:00	129.02	129.06
10/jul	09:30	19:30	139.43	139.47
10/jul	10:00	20:00	149.40	149.44
10/jul	10:30	20:30	158.75	158.80
10/jul	11:00	21:00	167.83	167.88
10/jul	11:30	21:30	176.44	176.50
10/jul	12:00	22:00	184.79	184.85
10/jul	12:30	22:30	192.68	192.74
10/jul	13:00	23:00	200.24	200.31

Fire Perimeter (Kilometers)				
Date	Elapsed	Current	Horizontal	
10/jul	00:00	10:00	0.055623	0.055623
10/jul	00:30	10:30	0.663240	0.665030
10/jul	01:00	11:00	1.517768	1.518883
10/jul	01:30	11:30	2.372079	2.373190
10/jul	02:00	12:00	3.213888	3.215283
10/jul	02:30	12:30	4.006600	4.008436
10/jul	03:00	13:00	4.781300	4.785081
10/jul	03:30	13:30	5.555398	5.559374
10/jul	04:00	14:00	6.316020	6.321258
10/jul	04:30	14:30	7.061074	7.067338
10/jul	05:00	15:00	7.820208	7.825898
10/jul	05:30	15:30	8.573973	8.579659
10/jul	06:00	16:00	9.253365	9.260052
10/jul	06:30	16:30	9.920022	9.927874
10/jul	07:00	17:00	10.576909	10.585675
10/jul	07:30	17:30	11.193431	11.203062
10/jul	08:00	18:00	11.780180	11.791716
10/jul	08:30	18:30	12.375972	12.387560
10/jul	09:00	19:00	13.005770	13.018361
10/jul	09:30	19:30	13.621342	13.635356
10/jul	10:00	20:00	14.227420	14.244979
10/jul	10:30	20:30	14.745721	14.763073
10/jul	11:00	21:00	15.197939	15.216334
10/jul	11:30	21:30	15.567307	15.586029
10/jul	12:00	22:00	15.953687	15.971704
10/jul	12:30	22:30	16.361524	16.378356
10/jul	13:00	23:00	16.776270	16.793672

#### Scripts RStudio

```
kruskal.test(farsite$area~farsite$tratamento)
```

```
kruskalmc(resp = farsite$area, categ = farsite$tratamento)
```

```
lineplot.CI(x.factor = farsite$tratamento, response = farsite$area, connect=F,
```

```

    xlab = "Paisagens", ylab = "Area ardida (ha)", main = "Comparacao entre as
    paisagens")

```

Tabela 26-Orçamento Mosaicos de Prevenção Estrutural de Incêndios

Mosaicos	Espécie Florestal	Modelo de Combustível	Área (ha)	Área por Mosaico (ha)	Tipo de intervenção	Unidade	Unidades/ha	Preço Unitário (€/ha) - Sem IVA	Percentagem de Intervenção	Área Intervencionada (ha)	Valor de Intervenção (Sem IVA)	Orçamento total (€) - Sem IVA	Valor/ha (Sem IVA)
1	Pb	V-MAb	12.86	12.86	Limpeza de Mato com corta mato de facas ou correntes	h	4.00	42.75 €	55.00%	7.08	1 209.91 €	10 734.39 €	834.41 €
					Contr. Vegetação espontânea com motorroçadora na linha ou localizado	J	1.50	95.84 €	55.00%	7.08	1 017.18 €		
					Contr. Vegetação espontânea com motorroçadora total	J	12.00	95.84 €	45.00%	5.79	6 657.89 €		
					Desramação	J	1.50	95.84 €	100.00%	12.86	1 849.41 €		
2	Pb	V-MAb	7.86	7.86	Limpeza de Mato com corta mato de facas ou correntes	h	4.00	42.75 €	90.00%	7.08	1 209.98 €	3 131.41 €	398.29 €
					Contr. Vegetação espontânea com motorroçadora na linha ou localizado	J	1.50	95.84 €	90.00%	7.08	1 017.23 €		
					Contr. Vegetação espontânea com motorroçadora total	J	12.00	95.84 €	10.00%	0.79	904.20 €		
					Desramação	J	1.50	95.84 €	0.00%	0.00	0.00 €		
3	Pb	V-MAb	46.26	65.37	Limpeza de Mato com corta mato de facas ou correntes	h	3.00	42.75 €	85.00%	55.56	7 125.65 €	26 859.22 €	410.91 €
					Contr. Vegetação espontânea com motorroçadora na linha ou localizado	J	1.50	95.84 €	85.00%	55.56	7 987.40 €		
	Pb	M-PIN	19.11		Contr. Vegetação espontânea com motorroçadora total	J	12.00	95.84 €	15.00%	9.80	11 276.33 €		
					Desramação	J	1.50	95.84 €	5.00%	3.27	469.85 €		
4	Pb	V-MAb	14.62	24.45	Limpeza de Mato com corta mato de facas ou correntes	h	3.00	42.75 €	90.00%	22.01	2 822.51 €	8 974.45 €	367.01 €
					Contr. Vegetação espontânea com motorroçadora na linha ou localizado	J	1.50	95.84 €	90.00%	22.01	3 163.85 €		
	Pb	M-PIN	9.83		Contr. Vegetação espontânea com motorroçadora total	J	12.00	95.84 €	10.00%	2.45	2 812.32 €		
					Desramação	J	1.50	95.84 €	5.00%	1.22	175.77 €		
5	Pb	V-MAa	0.89	19.79	Limpeza de Mato com corta mato de facas ou correntes	h	4.00	42.75 €	80.00%	15.83	2 706.75 €	10 718.64 €	541.72 €
					Contr. Vegetação espontânea com motorroçadora na linha ou localizado	J	1.50	95.84 €	80.00%	15.83	2 275.57 €		
	Pb	M-PIN	18.90		Contr. Vegetação espontânea com motorroçadora total	J	14.00	95.84 €	20.00%	3.96	5 309.66 €		
					Desramação	J	1.50	95.84 €	15.00%	2.97	426.67 €		
6	Pb	V-MAb	14.85	26.17	Limpeza de Mato com corta mato de facas ou correntes	h	4.50	42.75 €	65.00%	17.01	3 272.77 €	18 636.82 €	712.06 €
					Contr. Vegetação espontânea com motorroçadora na linha ou localizado	J	1.50	95.84 €	65.00%	17.01	2 445.71 €		
	Pb	V-MAa	11.32		Contr. Vegetação espontânea com motorroçadora total	J	13.00	95.84 €	35.00%	9.16	11 413.30 €		
					Desramação	J	1.50	95.84 €	40.00%	10.47	1 505.05 €		

Mosaicos	Espécie Florestal	Modelo de Combustível	Área (ha)	Área por Mosaico (ha)	Tipo de intervenção	Unidade	Unidades/ha	Preço Unitário (€/ha) - Sem IVA	Porcentagem de Intervenção	Área Intervencionada (ha)	Valor de Intervenção (Sem IVA)	Orçamento total (€) - Sem IVA	Valor/ha (Sem IVA)
7	Pb	V-MAa	0.04	5.47	Limpeza de Mato com corta mato de facas ou correntes	h	4.00	42.75 €	75.00%	4.11	702.16 €	2 945.33 €	537.97 €
	Pb	M-PIN	0.61		Contr. Vegetação espontânea com motorroçadora na linha ou localizado	J	1.50	95.84 €	75.00%	4.11	590.31 €		
	Pb	V-MAb	4.82		Contr. Vegetação espontânea com motorroçadora total	J	12.00	95.84 €	25.00%	1.37	1 574.15 €		
					Desramação	J	1.50	95.84 €	10.00%	0.55	78.71 €		
8	Ec	M-EUC	0.00	33.08	Limpeza de Mato com corta mato de facas ou correntes	h	4.00	42.75 €	65.00%	21.50	3 677.31 €	22 860.59 €	690.98 €
	Pb	V-MAa	4.69		Contr. Vegetação espontânea com motorroçadora na linha ou localizado	J	1.50	95.84 €	65.00%	21.50	3 091.52 €		
	Pb	V-MAb	28.39		Contr. Vegetação espontânea com motorroçadora total	J	13.00	95.84 €	35.00%	11.58	14 427.09 €		
					Desramação	J	1.50	95.84 €	35.00%	11.58	1 664.66 €		
9	Pb	M-PIN	0.91	29.98	Limpeza de Mato com corta mato de facas ou correntes	h	4.50	42.75 €	60.00%	17.99	3 460.16 €	21 775.86 €	726.41 €
					Contr. Vegetação espontânea com motorroçadora na linha ou localizado	J	1.50	95.84 €	60.00%	17.99	2 585.75 €		
	Pb	V-MAb	29.07		Contr. Vegetação espontânea com motorroçadora total	J	12.00	95.84 €	40.00%	11.99	13 790.65 €		
					Desramação	J	1.50	95.84 €	45.00%	13.49	1 939.31 €		
10	Ec	M-EUC	3.59	25.14	Limpeza de Mato com corta mato de facas ou correntes	h	4.50	42.75 €	65.00%	16.34	3 143.25 €	16 694.69 €	664.14 €
	Ec	V-Hb	1.13		Contr. Vegetação espontânea com motorroçadora na linha ou localizado	J	1.50	95.84 €	65.00%	16.34	2 348.92 €		
	Pb	M-PIN	1.46		Contr. Vegetação espontânea com motorroçadora total	J	12.00	95.84 €	35.00%	8.80	10 118.41 €		
	Pb	V-MAb	10.59		Desramação	J	1.50	95.84 €	30.00%	7.54	1 084.12 €		
	Incultos	V-MAa	1.00										
	Incultos	V-MAb	0.44										
	Mv	V-MAb	6.93										
11	Pb	V-MAb	11.28	11.73	Limpeza de Mato com corta mato de facas ou correntes	h	4.50	42.75 €	75.00%	8.80	1 692.83 €	6 921.65 €	589.94 €
					Contr. Vegetação espontânea com motorroçadora na linha ou localizado	J	1.50	95.84 €	75.00%	8.80	1 265.04 €		
	Incultos	V-MAb	0.45		Contr. Vegetação espontânea com motorroçadora total	J	12.00	95.84 €	25.00%	2.93	3 373.43 €		
					Desramação	J	1.50	95.84 €	35.00%	4.11	590.35 €		
<b>Total Geral</b>			<b>261.91</b>	<b>261.91</b>							<b>150 253.05 €</b>		
											<b>Valor médio por hectare</b>	<b>573.68 €</b>	

Tabela 27-Orçamento Rede Secundária de Faixas de Gestão de Combustível

Tipo FGC	Espécie Florestal	Modelo de Combustível	Área (ha)	Área por FGC (ha)	Tipo de intervenção	Unidade	Unidades/ha	Preço Unitário (€/ha) - Sem IVA	Percentagem de Intervenção	Área Intervencionada (ha)	Valor de Intervenção (Sem IVA)	Orçamento total (€) - Sem IVA	Valor/ha (Sem IVA)
FGC Aglomerados	Ec	F-EUC	1.19	53.18	Limpeza de Mato com corta mato de facas ou correntes	h	4	42.75	75.00%	39.89	6 820.96 €	38 705.21 €	727.75 €
	Ec	V-Hb	0.57		Contr. Vegetação espontânea com motorroçadora na linha ou localizado	J	1.5	95.84	75.00%	39.89	5 734.40 €		
	Incultos	V-Ha	3.28		Contr. Vegetação espontânea com motorroçadora total	J	12	95.84	25.00%	13.30	15 291.72 €		
	Incultos	V-MAb	0.89		Desramação	J	1.5	95.84	80.56%	42.85	6 159.79 €		
	Mv	V-Hb	0.50		Redução de Densidades Folhosas	J	1	95.84	11.61%	6.17	591.81 €		
	Mv	V-MAb	3.92		Redução de Densidades Pinheiro manso	J	1	95.84		0.00	0.00 €		
	Pb	F-PIN	1.67		Redução de Densidades de outras Resinosas	J	1	95.84	80.56%	42.85	4 106.53 €		
	Pb	M-PIN	0.68										
	Pb	V-Hb	16.45										
	Pb	V-MAa	2.33										
	Pb	V-MAb	21.73										
FGC Edificações	Ec	V-Hb	0.22	14.49	Limpeza de Mato com corta mato de facas ou correntes	h	4	42.75	75.00%	10.86	1 857.80 €	10 597.32 €	731.57 €
	Incultos	V-MAa	0.26		Contr. Vegetação espontânea com motorroçadora na linha ou localizado	J	1.5	95.84	75.00%	10.86	1 561.85 €		
	Incultos	V-MAb	1.04		Contr. Vegetação espontânea com motorroçadora total	J	12	95.84	25.00%	3.62	4 164.94 €		
	Pb	M-PIN	0.29		Desramação	J	1.5	95.84	83.95%	12.16	1 748.34 €		
	Pb	V-Hb	3.15		Redução de Densidades Folhosas	J	1	95.84	1.48%	0.22	20.61 €		
	Pb	V-MAa	0.46		Redução de Densidades Pinheiro manso	J	1	95.84	5.63%	0.82	78.22 €		
	Pb	V-MAb	8.26		Redução de Densidades de outras Resinosas	J	1	95.84	83.95%	12.16	1 165.56 €		
	Pm	V-Hb	0.82										

Tipo FGC	Espécie Florestal	Modelo de Combustível	Área (ha)	Área por FGC (ha)	Tipo de intervenção	Unidade	Unidades /ha	Preço Unitário (€/ha) - Sem IVA	Percentagem de Intervenção	Área Intervencionada (ha)	Valor de Intervenção (Sem IVA)	Orçamento total (€) - Sem IVA	Valor/ha (Sem IVA)	
FGC Linhas Elétricas	Ec	M-EUC	0.11	1.95	Limpeza de Mato com corta mato de facas ou correntes	h	4	42.75	90.00%	1.76	300.56 €	1 112.27 €	569.52 €	
	Ec	V-Hb	0.19		Contr. Vegetação espontânea com motorroçadora na linha ou localizado	J	1.5	95.84	90.00%	1.76	252.69 €			
	Incultos	V-MAa	0.10		Contr. Vegetação espontânea com motorroçadora total	J	12	95.84	10.00%	0.20	224.61 €			
	Mv	V-Hb	0.20		Desramação	J	1.5	95.84	55.77%	1.09	156.59 €			
	Mv	V-MAb	0.19		Redução de Densidades Folhosas	J	1	95.84	35.41%	0.69	66.28 €			
	Pb	V-Hb	0.19		Redução de Densidades Pinheiro manso	J	1	95.84	3.82%	0.07	7.15 €			
	Pb	V-MAb	0.90		Redução de Densidades de outras Resinosas	J	1	95.84	55.77%	1.09	104.39 €			
	Pm	V-Hb	0.07											
FGC Rede Viária Florestal	Ec	F-EUC	0.69	61.12	Limpeza de Mato com corta mato de facas ou correntes	h	4	42.75	75.00%	45.84	7 838.88 €	45 957.31 €	751.90 €	
	Ec	M-EUC	0.17		Contr. Vegetação espontânea com motorroçadora na linha ou localizado	J	1.5	95.84	75.00%	45.84	6 590.16 €			
	Ec	V-Hb	2.30		Contr. Vegetação espontânea com motorroçadora total	J	12	95.84	25.00%	15.28	17 573.76 €			
	Incultos	V-Ha	0.21		Desramação	J	1.5	95.84	92.64%	56.62	8 140.33 €			
	Incultos	V-MAa	0.22		Redução de Densidades Folhosas	J	1	95.84	6.61%	4.04	387.28 €			
	Incultos	V-MAb	0.03		Redução de Densidades Pinheiro manso	J	1	95.84		0.00	0.00 €			
	Mv	V-MAb	0.88		Redução de Densidades de outras Resinosas	J	1	95.84	92.64%	56.62	5 426.89 €			
	Pb	F-PIN	2.91											
	Pb	M-PIN	7.28											
	Pb	V-Hb	14.62											
	Pb	V-MAa	5.13											
	Pb	V-MAb	26.67											
<b>Total Geral</b>			<b>130.75</b>	<b>130.75</b>								<b>96 372.10 €</b>		
												<b>Valor médio por hectare</b>	<b>737.10 €</b>	