

**UNIVERSIDADE DOS AÇORES**

**Influência de manchas de azinhal  
na dinâmica espacial de fogos florestais**

Tese de Mestrado

Em Gestão e Conservação da Natureza

**INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA**

Anabela Silva Possacos

Bragança, Dezembro 2008

## **Agradecimentos**

Deixo aqui o meu muito obrigado a todos os que de alguma forma contribuíram para a realização e concretização deste trabalho, assim quero agradecer:

À Universidade dos Açores e ao Instituto Politécnico de Bragança a oportunidade que me deram de realizar este mestrado;

À Unidade de Gestão Florestal do Nordeste Transmontano;

Ao meu Orientador Professor João Azevedo, da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança, por todo o apoio e motivação e por ter orientado esta tese;

Ao Professor Paulo Fernandes da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro por toda a disponibilidade e paciência durante a realização do trabalho, especialmente no tratamento dos dados e análise dos resultados;

Ao Engenheiro Ângelo Daniel Saraiva Morais da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança;

Aos amigos e colegas Anabela Amado e Luís Filipe Miguel pelo companheirismo durante todo o trabalho de campo;

Aos colegas Ana Teresa Pinto e Rui Dias pela ajuda prestada;

À amiga Clotilde Nogueira pela ajuda e amizade demonstrada;

Aos amigos Elisabete e Hugo por todo o apoio.

Por fim quero agradecer à minha família e, aos meus pais a quem dedico este trabalho.

## Resumo

### Influência de manchas de azinhal na dinâmica espacial de fogos florestais

O presente trabalho pretende testar a hipótese de que a resistência dos azinhais ao fogo depende da distribuição de combustíveis ao longo do gradiente exterior – interior dos azinhais (orlas). Com base na descrição quantitativa do complexo combustível, pretende ainda criar modelos de combustível para o azinhal e analisar o comportamento do fogo potencial, de acordo com os parâmetros do modelo de propagação do fogo de Rothermel (1972) que integra o Software BehavePlus (Andrews *et al.*, 2004).

Este trabalho iniciou-se em Abril 2007 e foi realizado na região Este do Parque Natural de Montesinho (Distrito e Concelho de Bragança), onde foi feita a identificação e descrição de todas as manchas de azinhal envolvendo os incêndios ocorridos nesta área com base em cartografia de azinhais e de fogos florestais.

Ao longo das orlas de doze manchas seleccionadas quantificaram-se parâmetros estruturais dos vários estratos do complexo combustível (herbáceo, arbustivo e arbóreo), e ainda parâmetros ambientais e de relevo, necessários para a criação dos modelos de combustível para utilização com o modelo de propagação do fogo de Rothermel.

Desenvolvidos os modelos e para podermos comparar inflamabilidades entre complexos de combustíveis, simulamos o comportamento do fogo em BehavePlus para os modelos de combustível de acordo com a sua distribuição ao longo do gradiente exterior – interior dos azinhais. Os modelos específicos desenvolvidos reflectem o conjunto de condições, no que diz respeito ao combustível, que é possível encontrar nos bosques de azinhal, ao longo do gradiente exterior – interior dos bosques e ainda no exterior do mesmo.

Como resultados, observou-se que o fogo simulado tem uma tendência para decrescer em termos de velocidade de propagação, intensidade da frente das chamas, e comprimento da chama ao passar de áreas dominadas por matos para o azinhal. Esta alteração do comportamento do fogo nas orlas parece indicar a possibilidade de o fogo se extinguir naturalmente quando entra em contacto com os azinhais. Estas alterações do comportamento do fogo parecem estar associadas a alterações da estrutura destas orlas, não obstante outros factores poderão igualmente contribuir para este fenómeno.

**Palavras-chave:** Azinhais, comportamento do fogo, modelos de combustível, modelos de comportamento do fogo, Sistema BehavePlus, gestão de combustíveis.

## Abstract

### Effect of holm-oak patches in the spatial dynamics of forest fires

The current work intends to test the hypothesis that the resistance of the holm-oak patches to fire depends on the distribution of fuel in the exterior-interior gradient (edges). Based in a quantitative description of the compound fuel, also intend to create fuel models to the holm-oak and analyze the behavior of the potential fire, according to the parameters of spread model of Rothermel's fire (1972) a part of the BehavePlus software (Andrews *et al.*, 2004).

This work began in April 2007 and was executed in the East region of the Natural Park of Montesinho (District and municipality of Bragança), where we carried out the identification and description of all the holm-oak patches involving fires occurred in the area based on holm-oak and forest fires mapps.

We have quantified structural parameters of the several strata of the fuel complex (herbaceous, shrubby and arboreous), and also environmental and relief parameters needful to the creation of fuel models to use with spread model of Rothermel's fire in twelve selected patches.

In order to compare models, we simulated the fire behavior in BehavePlus according to its distribution in the exterior-interior gradient of the holm-oak patches. The particular models developed here reflect the aggregation of conditions, in terms of fuel, found in the holm-oak patches, in the exterior - interior gradient of woods and also in its exterior.

As results, we noticed that the simulated fire has a tendency to decrease in terms of surface rate of spread, fireline intensity and flame length passing from shrub dominated areas to the interior of woods. This variation in fire behavior on the edges seems to indicate the possibility that fire can be extinguish naturally when contact the woods. These changes of fire behavior seem to be associated to the modifications of vegetation structure in these edges, despite other factors that contribute to this phenomenon.

**Keywords:** Holm oak, fire behavior, fuel models, fire behavior models, BehavePlus, fuel management.

# Índice geral

	Pag.
Agradecimentos .....	1
Resumo .....	2
Abstract.....	3
Índice geral .....	4
Índice de Tabelas .....	5
Índice de Figuras .....	6
1. Introdução e objectivos.....	8
2. Revisão bibliográfica.....	13
2.1 O incêndio florestal .....	13
2.1.1 Gestão de combustíveis .....	15
2.1.2 Os azinhais e o fogo .....	17
2.2 Comportamento do fogo.....	19
2.2.1 Modelação .....	23
2.2.2 Modelos de combustível florestal.....	25
2.2.3 Modelação do comportamento do fogo em BehavePlus .....	27
3. Metodologia.....	30
3.1 Área de estudo .....	30
3.2 Amostragem .....	33
3.2.1 Selecção das unidades de estudo .....	33
3.2.2 Selecção de linhas e pontos de amostragem.....	36
3.2.3 Métodos de amostragem da vegetação .....	39
3.3 Desenvolvimento dos modelos de combustível.....	42
3.4 Simulação do comportamento do fogo em BehavePlus .....	45
3.4.1 Modelo de combustível do azinhal.....	48
4. Resultados e discussão .....	49
4.1 Estrutura das orlas .....	49
4.2 Modelos de combustível.....	60
4.2.1 Variáveis de entrada .....	61
4.2.2 Modelos de combustível para o azinhal .....	64
4.3 Comportamento do fogo ao longo do gradiente exterior-interior dos azinhais....	67
5. Conclusões.....	81
6. Bibliografia.....	82
7. Anexos.....	93

## Índice de Tabelas

Pag.

Tabela 1: Área percorrida por incêndios do tipo florestal no total dos locais em estudo. .....	32
Tabela 2: Caracterização prévia das manchas seleccionadas. ....	34
Tabela 3: Média das características das árvores para duas linhas de Labiados.....	49
Tabela 4: Média das características dos arbustos para duas linhas de Labiados. ....	50
Tabela 5: Média das características das herbáceas para duas linhas de Labiados.....	51
Tabela 6: Média das características das árvores para duas linhas de Moinho (S. Julião de Palácios). ....	51
Tabela 7: Média das características dos arbustos para duas linhas de Moinho (S. Julião de Palácios). ....	52
Tabela 8: Média das características das herbáceas para duas linhas de Moinho (S. Julião de Palácios). ....	52
Tabela 9: Média das características das árvores para duas linhas de Aldeia (S. Julião de Palácios). ....	53
Tabela 10: Média das características dos arbustos para duas linhas de Aldeia (S. Julião de Palácios). ....	53
Tabela 11: Média das características das herbáceas para duas linhas de Aldeia (S. Julião de Palácios). ....	54
Tabela 12: Média das características das árvores para duas linhas de Deilão... 54	54
Tabela 13: Média das características dos arbustos para duas linhas de Deilão. 55	55
Tabela 14: Média das características das herbáceas para duas linhas de Deilão. .....	55
Tabela 15: Média das características das árvores para duas linhas da Petisqueira (I, II). .....	56
Tabela 16: Média das características dos arbustos para duas linhas da Petisqueira (I, II). .....	56
Tabela 17: Média das características das herbáceas para duas linhas da Petisqueira (I, II). ....	57
Tabela 18: Média das características das árvores para duas linhas da Petisqueira (III, IV). ....	57
Tabela 19: Média das características dos arbustos para duas linhas da Petisqueira (III, IV). ....	58
Tabela 20: Média das características das herbáceas para duas linhas da Petisqueira (III, IV). ....	58
Tabela 21: Parâmetros de entrada do sistema BehavePlus que caracterizam a estrutura do azinhal.....	65
Tabela 22: Parâmetros de entrada do sistema BehavePlus que caracterizam o combustível/vegetação, superfície/sub coberto. ....	66
Tabela 23: Parâmetros de saída que caracterizam o comportamento do fogo como resultado dos modelos desenvolvidos, para a orla.....	78

## Índice de Figuras

	Pag.
Figura 1: Distribuição da azinheira em Portugal continental (adaptado de <a href="http://www.jb.utad.pt">http://www.jb.utad.pt</a> ). .....	19
Figura 2: Esquema funcional dos modelos de combustível para a predição do comportamento dos incêndios florestais adaptado de Viger <i>et al.</i> , (2004).....	25
Figura 3: Localização da área de estudo (adaptado de ICNB, 2008). .....	30
Figura 4: Localização das manchas de estudo.....	34
Figura 5: Mancha de azinhal seleccionada na aldeia de S. Julião de Palácios (Bragança). .....	35
Figura 6: Mancha de azinhal seleccionada na aldeia da Petisqueira (Bragança). .....	35
Figura 7: Ortofotomapa com a mancha seleccionada e respectivas linhas.....	36
Figura 8: Ortofotomapa com as unidades de estudo seleccionadas e respectivas linhas. ....	37
Figura 9: Ortofotomapa com as unidades de estudo seleccionadas e respectivas linhas. ....	37
Figura 10: Ortofotomapa com as unidades de estudo seleccionadas e respectivas linhas. ....	38
Figura 11: Ortofotomapa com as unidades de estudo seleccionadas e respectivas linhas. ....	38
Figura 12: Exemplo de esquema de amostragem. ....	39
Figura 13: Aspecto geral de uma linha de amostragem no interior do azinhal em S. Julião de Palácios (Bragança).....	41
Figura 14: Aspecto geral de uma linha de amostragem no exterior do azinhal (área ardida) em S. Julião de Palácios. ....	41
Figura 15: Valores médios ( $\pm$ erro padrão) da percentagem de coberto arbóreo (4 linhas de amostragem) do local Petisqueira. Distâncias negativas indicam áreas exteriores das manchas e distâncias positivas indicam áreas interiores das manchas.....	59
Figura 16: Valores médios ( $\pm$ erro padrão) da altura das árvores (4 linhas de amostragem) do local Petisqueira. Distâncias negativas indicam áreas exteriores das manchas e distâncias positivas indicam áreas interiores das manchas.....	59
Figura 17: Valores médios ( $\pm$ erro padrão) do volume das árvores (4 linhas de amostragem) do local Petisqueira. Distâncias negativas indicam áreas exteriores das manchas e distâncias positivas indicam áreas interiores das manchas.....	60
Figura 18: Valores médios ( $\pm$ erro padrão) da densidade (4 linhas de amostragem) do local Petisqueira. Distâncias negativas indicam áreas exteriores das manchas e distâncias positivas indicam áreas interiores das manchas.....	60
Figura 19: Variação da espessura do estrato combustível, em metros, ao longo do gradiente exterior – interior para as 12 linhas de amostragem. Valores médios $\pm$ erro padrão. ....	61
Figura 20: Variação do factor de ajustamento do vento (WAF-Wind Adjustment Factor) ao longo do gradiente exterior – interior para as 12 linhas de amostragem. Valores médios $\pm$ erro padrão. ....	62
Figura 21: Variação da altura da base da copa das árvores ao longo do gradiente exterior – interior para as 12 linhas de amostragem. Valores médios $\pm$ erro padrão.....	63
Figura 22: Variação da massa volúmica das árvores ao longo do gradiente exterior – interior para as 12 linhas de amostragem. Valores médios $\pm$ erro padrão.....	63

Figura 23: Variação da humidade de combustíveis com 1h TR ao longo do gradiente exterior – interior para as 12 linhas de amostragem. Valores médios $\pm$ erro padrão. ....	64
Figura 24: Resultados globais da velocidade de propagação máxima ao longo do gradiente exterior – interior. Valores médios $\pm$ erro padrão.....	68
Figura 25: Resultados globais da intensidade da frente de chamas ao longo do gradiente exterior – interior. Valores médios $\pm$ erro padrão. ....	68
Figura 26: Resultados globais do comprimento da chama ao longo do gradiente exterior – interior. Valores médios $\pm$ erro padrão. ....	69
Figura 27: Velocidade de propagação máxima do fogo ao longo das orlas, depois de decorridos 2 anos desde a última ocorrência de fogo no local. Valores médios $\pm$ erro padrão. ....	70
Figura 28: Velocidade de propagação máxima do fogo ao longo das orlas, depois de decorridos 5 anos desde a última ocorrência de fogo no local. Valores médios $\pm$ erro padrão. ....	70
Figura 29: Velocidade de propagação máxima do fogo ao longo das orlas, depois de decorridos 7 anos desde a última ocorrência de fogo no local. Valores médios $\pm$ erro padrão. ....	71
Figura 30: Velocidade de propagação máxima do fogo ao longo das orlas, depois de decorridos 27 anos desde a última ocorrência de fogo no local. Valores médios $\pm$ erro padrão. ....	71
Figura 31: Intensidade da frente de chamas ao longo das orlas, depois de decorridos 2 anos desde a última ocorrência de fogo no local. Valores médios $\pm$ erro padrão. ....	72
Figura 32: Intensidade da frente de chamas ao longo das orlas, depois de decorridos 5 anos desde a última ocorrência de fogo no local. Valores médios $\pm$ erro padrão. ....	72
Figura 33: Intensidade da frente de chamas ao longo das orlas, depois de decorridos 7 anos desde a última ocorrência de fogo no local. Valores médios $\pm$ erro padrão. ....	73
Figura 34: Intensidade da frente de chamas ao longo das orlas, depois de decorridos 27 anos desde a última ocorrência de fogo no local. Valores médios $\pm$ erro padrão. ....	73
Figura 35: Comprimento da chama ao longo das orlas, depois de decorridos 2 anos desde a última ocorrência de fogo no local. Valores médios $\pm$ erro padrão.....	74
Figura 36: Comprimento da chama ao longo das orlas, depois de decorridos 5 anos desde a última ocorrência de fogo no local. Valores médios $\pm$ erro padrão.....	74
Figura 37: Comprimento da chama ao longo das orlas, depois de decorridos 7 anos desde a última ocorrência de fogo no local. Valores médios $\pm$ erro padrão.....	75
Figura 38: Comprimento da chama ao longo das orlas, depois de decorridos 27 anos desde a última ocorrência de fogo no local. Valores médios $\pm$ erro padrão.....	75
Figura 39: Resultado da simulação para a velocidade de propagação máxima do fogo nos diferentes locais para o azinhal na orla dos 40 metros.....	79
Figura 40: Resultado da simulação para a intensidade da frente da chama nos diferentes locais para o azinhal na orla dos 40 metros. ....	79
Figura 41: Resultado da simulação para o comprimento da chama nos diferentes locais para o azinhal na orla dos 40 metros. ....	79

## 1. Introdução e objectivos

O nosso país apresenta características que são comuns a todos os países da Bacia Mediterrânica como um clima com uma estação quente e seca, e outra estação fria e húmida (Ribeiro, 1986). Possui áreas de topografia acidentada com a presença frequente de bosques e matagais de árvores e arbustos de folhas planas, pequenas, coriáceas e persistentes, resistentes à secura e pirofíticas (Ribeiro *et al.*, 1987), particularmente favoráveis à combustão.

Estes ecossistemas poderão possuir uma elevada resiliência, uma vez que depois de percorridos periodicamente pelo fogo conseguem retomar rapidamente as suas características (Silva *et al.*, 2002).

O fogo, sempre presente nestes ecossistemas mediterrânicos, onde a sua forte influência, sobretudo sobre a vegetação, originou adaptações particulares que contribuem bastante para a forma actual da paisagem. As defesas naturais destes ecossistemas mostram-se no incentivo de reprodução após o fogo e não na sua incombustibilidade (Vega, 1988).

Do ponto de vista da gestão da biodiversidade, o fogo se for bem utilizado, pode ser um factor importante para a manutenção da diversidade. Estudos recentes mostram plantas adaptadas a diferentes regimes de fogo, ao regular esse regime podemos dar lugar a todas elas (Rego, 2005).

De acordo com Rego (1996) e citado por Nunes *et al.* (2005), os incêndios florestais, maioritariamente antropogénicos, são um indício, com consequências catastróficas, da existência de conflitos sociais e económicos que afectam os territórios agro-florestais em toda a Bacia Mediterrânica, intimamente ligados ao ordenamento do território e nomeadamente associados a mudanças demográficas (Moreira *et al.*, 2001), à substituição de pastagens comunitárias por pinhais, dos quais se exclui o gado e o

fogo (Fernandes, 2005). Apareceram manchas de vegetação de grande combustibilidade, uniformidade, dimensão e conectividade, devido a mudanças no tipo e na intensidade de uso do solo, criando vulnerabilidade ao fogo.

Uma grande parte do distrito de Bragança, onde se insere a nossa área de estudo, apresenta um relevo bastante acidentado e coberto de mato e floresta densos, com deficientes condições de controlo ou combate a incêndios, nomeadamente de acessos, aceiros, retenções de água e postos de vigia. E, o próprio coberto florestal desenvolve-se em povoamentos puros ou muito densos de espécies altamente combustíveis, sem, por exemplo, intercalações de folhosas que reduzam os riscos da propagação do fogo. Aqui, para Botelho (1990), o parcelamento adequado é inviabilizado pela fragmentação da propriedade e pela localização maioritária dos povoamentos florestais em regiões montanhosas. Assim, a protecção da floresta está, desde há muito, indiscutivelmente ligada à sua estrutura (Varetta, 1996). Um planeamento adequado tendo em conta a orografia, e com o objectivo de uma compartimentação concebível e uma rede divisional adequada, poderá facilitar não só a exploração dos produtos mas também impedir a progressão de possíveis incêndios.

Para Rego (2001), a excepcional dimensão que os incêndios têm tomado mostra que as florestas não correspondem hoje nem às expectativas para as quais foram criadas nem às novas exigências sociais e ambientais.

Os incêndios poderão ser um factor determinante da perda de valor da floresta, em consequência quer do risco que introduzem no correspondente investimento, quer da degradação ambiental que incutem (Tábara, 1996; Radick *et al.*, 2000).

Sendo uma das recomendações da FAO, sobre os incêndios florestais, «*clarificar e entender as causas dos fogos, as suas tendências e impactos*», o estudo deste problema torna-se assim importante, já que o seu conhecimento constitui uma

etapa básica para desenvolver estratégias de prevenção de incêndios e a redução da sua propagação, bem como facilitar a recuperação de áreas degradadas por eles.

A floresta, componente básico do meio natural, cuja importância se tornou clara e patente nos últimos tempos, origina produtos e serviços cada vez mais apreciados pela nossa civilização urbana e por sua vez, agente de influências ambientais.

Para além desta crescente importância reconhecida pelos Estados ao papel das florestas nos equilíbrios ambientais, as florestas das comunidades locais têm adquirido, por toda a Europa, novas valias, quer através de projectos turísticos nas zonas rurais, quer pela importância na conservação das águas, ou mesmo como elementos característicos de paisagens familiares ou testemunho de valores históricos (Rego, 2001).

Os bosques caducifólios de carvalho negral (*Quercus pyrenaica*), os bosques perenifólios de azinheira (*Quercus rotundifolia*) – conhecidos na região por sardoais – e as linhas de vegetação higrófila ripícola (freixiais, amiais, choupais e salgueirais) constituem as principais unidades de vegetação arbórea autóctone (Aguiar, 2001). Devido à acção humana grande parte dos carvalhais e sardoais foram substituídos por comunidades de arbustivas, culturas agrícolas, soutos de castanheiros ou plantações de espécies florestais resinosas (Aguiar, 1998). Os matos também ocupam uma área significativa da região, uma vez que, representam as etapas sucessionais que se seguem à destruição destes bosques autóctones ou ao abandono de terrenos agrícolas.

Os bosques maduros de azinheira (*Genisto Hystricis-Quercetum rotundifolia*) são das formações arbóreas no Nordeste de Trás-os-Montes, e particularmente nas áreas de montanha, que mais ameaçadas se encontram, sendo extremamente raras, bastante fragmentadas, em poucas unidades de dimensão muito reduzida e muito isoladas espacialmente, o que torna importante a sua conservação e recuperação.

Foram observadas diversas situações no distrito de Bragança em que os azinhais de *Q. rotundifolia* são as únicas estruturas vegetais não consumidas por fogos de grande intensidade (incêndios na Serra de Montesinho). A actual presença de bosques maduros de azinheira em regiões com uma elevada ocorrência de fogos, muitos deles de elevada intensidade, sugere igualmente a possível existência de mecanismos de resistência a este tipo de perturbação. Esta resistência poderá dever-se à acentuada redução de combustíveis lenhosos ao nível do sub bosque no sentido do exterior para o interior de manchas de azinhal e pela forma instantânea como a combustão de copas de azinheira se processa (Azevedo e Caçador, 2000), o que poderá conduzir à redução da intensidade do fogo ou à sua extinção no interior destes bosques. Verifica-se também que a folhada da azinheira é extremamente compacta (Valette, 1990; Valette, 1992) podendo-se assim esperar reduções na velocidade do vento e no grau de secura do combustível morto no interior do azinhal. Tal situação levaria a que o fogo penetrasse apenas alguns metros no interior das manchas do sardoal, impedindo, contudo a sua manutenção. O conhecimento desta estratégia de resistência dos azinhais ao fogo e os mecanismos pelos quais esta se desenvolve, permitiria, por um lado, explicar a permanência de bosques maduros em áreas sujeitas periodicamente a fogos e, por outro lado, explicar o fenómeno de contenção de fogos por bosques de azinheira como foi observado. Permitiria ainda identificar mecanismos de interacção de comunidades vegetais com o fogo, estimar o seu impacto num dado ecossistema, e com a utilização de modelos de simulação do comportamento do fogo, desenvolver medidas de ordenamento e gestão da paisagem tanto para redução do risco de incêndios florestais, como para planear medidas a adoptar para diminuição dos seus nefastos efeitos.

Este trabalho pretende testar a hipótese de que a resistência dos azinhais ao fogo depende da distribuição de combustíveis ao longo do gradiente exterior – interior dos

azinhais (orlas). Com base na descrição quantitativa do complexo combustível, pretende ainda o desenvolvimento de modelos de combustível para o azinhal e análise do comportamento do fogo potencial, de acordo com os parâmetros do modelo de propagação do fogo de Rothermel (1972) que integra o Software BehavePlus (Andrews *et al.*, 2004).

## 2. Revisão bibliográfica

### 2.1 O incêndio florestal

Como definição, o fogo é a manifestação de um tipo de reacção química e, como tal, depende da natureza química do combustível implicado nessa reacção. O incêndio expressa de alguma maneira o comportamento do fogo, já que este depende do estado físico e da distribuição do combustível, bem como do meio envolvente.

Assim, o incêndio florestal é considerado um fogo violento que se desenvolve sem controlo num espaço aberto, afectando a sua superfície vegetal (Viger *et al.*, 2004). De um modo geral podemos classificá-lo em função do combustível que facilita o seu avanço e o vai alimentando (Velez, 2000).

Para Bonifácio *et al.* (2007) o fogo não é sinónimo de incêndio, pois foi, durante milhões de anos, apenas mais um factor natural que contribui para modelar as espécies e os ecossistemas tal como os conhecemos hoje.

O fogo é um componente incontornável da história natural e social do nosso país mas, para Bonifácio *et al.* (2007), é importante saber distinguir o papel natural do fogo nos diferentes ecossistemas do papel que o homem quer que o fogo tenha em função de quaisquer objectivos que se pretendam atingir.

O fogo não é em si uma causa para a destruição da floresta, mas sim a consequência do abandono progressivo das terras e das práticas tradicionais de uso do solo, assumindo determinadas frequências e proporções catastróficas devidas ao acumular de combustíveis florestais e sua susceptibilidade ao fogo (Germano, 2000). A vulnerabilidade regional ao fogo parece ter-se agravado também devido a tendências climáticas recentes associadas à ausência de gestão florestal (Ribeiro, 2006; Trigo *et al.*, 2006).

Verificou-se nos últimos 100 anos, que nos países industrializados diminuiu o uso do fogo na agricultura, mas em contrapartida, à medida que se foi reduzindo a população activa dos meios rurais e os aproveitamentos florestais, os incêndios nos espaços florestais aumentaram (DGRF, 2007). Nos países menos industrializados, o uso do fogo como ferramenta para potenciar ou reduzir a vegetação continua uma prática presente e necessária dado que é pouco dispendiosa (Viger *et al.*, 2004).

Nos termos atrás descritos o uso do fogo, subentende uma análise criteriosa das condições específicas de cada situação de modo a ser prescrito dentro dos parâmetros técnicos e ecológicos convenientes, o fogo controlado, em condições ambientais que permitam alcançar objectivos específicos de gestão de recursos transforma-se em instrumento de gestão (Agee e Skinner, 2005) e não numa adversidade, mais ao menos sazonal, como acontece em Portugal (Fernandes e Botelho, 2004).

O efeito das mudanças climáticas recentes traduz-se para alguns autores no aumento dos incêndios florestais, que actualmente parece ser um risco enorme para o sector florestal. São os grandes incêndios provenientes do espaço rural que atingem dimensões causadoras de grandes prejuízos à sociedade, atingindo muitas das vezes os próprios espaços urbanos (DGRF, 2007).

Para Silva (2002), os ecossistemas mediterrânicos podem ser caracterizados pela sua elevada resiliência em relação à passagem do fogo. Esta capacidade de recuperar num curto período de tempo, aparece depois de muitos anos de evolução adaptativa, em biótopos que reúnem condições para que o fogo surja com elevada frequência. Esta evolução levou a formas de adaptação no sentido de garantir a perpetuidade das espécies e das formações vegetais. Algumas destas adaptações são para algumas espécies a existência de estratégias no sentido de facilitar a ignição e a combustão para assim garantir a regeneração, o termo pirofitismo ajuda-nos a classificar essas espécies

cuja regeneração se encontra, de algum modo, dependente do fogo. As espécies mediterrânicas podem ainda ser classificadas em função das diferentes estratégias de regeneração que mostram imediatamente após a ocorrência do fogo (Silva *et al.*, 2002).

O proprietário florestal, não pode tornar o seu povoamento incombustível, mas sim pode modificar a sua combustibilidade, processo no qual se pode deparar com limitações ecológicas, que torna difícil ou impossível a substituição da espécie, ou com limitações económicas, caso tenha de actuar sobre superfícies extensas (Muñoz, 1993).

O carácter multifuncional da nossa floresta acentuou-se nas últimas décadas devido a mudanças na nossa sociedade em consequência de um intenso processo de urbanização e de um paralelo aumento do nível de vida. O papel social e ecológico que exigimos à floresta em conjunto com a fragilidade e instabilidade que caracteriza os nossos sistemas florestais exige uma planificação florestal cuidada e com necessidades de adaptação em alguns dos espaços florestais (Palahí *et al.*, 2004).

### **2.1.1 Gestão de combustíveis**

Para Pyne *et al.* (1996), podemos intervir ao nível dos combustíveis através da sua redução, isolamento e conversão. A redução de combustíveis actua sobre a quantidade e arranjo estrutural da vegetação de modo a diminuir a intensidade do fogo, que pode ser por intermédio de técnicas culturais de silvicultura, aplicadas individualmente ou combinadas entre si. O isolamento pretende quebrar a continuidade das formações vegetais através de faixas corta-fogo traduzidas em diversas formas. A conversão faz-se por substituição de um tipo de vegetação que reduza a magnitude do comportamento do fogo. Aqui, e segundo alguns autores, o número de espécies disponíveis para a substituição e as alterações ecológicas dela decorrentes condicionam grandemente a estratégia da conversão, mas a evolução da sucessão vegetal no sentido das folhosas (esclerófilas ou caducifólias) ou de formações mistas possibilita uma

conversão natural em formações de menor combustibilidade e maior resiliência ao fogo (Fernandes, 2006).

Para Bonifácio *et al.*, (2007), a situação ideal para a estrutura da nossa floresta, e porque dispensa algumas das actuações descritas no parágrafo anterior, ocorre quando a formação florestal modifica naturalmente o comportamento do fogo. Poderá ser o caso dos bosques de folhosas caducifólias, com uma combustibilidade em relação à vegetação circundante significativamente diminuída, não só pela natureza do combustível como pelo ambiente mais húmido, fresco e protegido do vento. Estas têm a faculdade de recuperarem por rebentação com alguma facilidade, após a passagem do fogo. Situações de ilhas de azinhal não ardidadas, aparecem com frequência no Parque Natural de Montesinho (PNM).

Existem actualmente instrumentos e disposições legais para a prevenção de incêndios florestais, que poderão ajudar na expansão das actividades da gestão de combustíveis, estas acções legais deverão sempre ser acompanhadas por um esforço de educação, pois só a compreensão e apoio público, poderão tornar efectivos os esforços de prevenção.

O desenvolvimento actual das ciências florestais justifica o uso de métodos quantitativos na planificação da gestão florestal, os quais se baseiam no uso de ferramentas de simulação e optimização que permitem a resolução de problemas complexos de planificação florestal (Palahí *et al.*, 2004).

### 2.1.2 Os azinhais e o fogo

Os azinhais, ou sardoais, são bosques dominados por azinheira (ou sardão), *Quercus rotundifolia*, que podem ser encontrados em toda a região mediterrânica, substituídos, umas vezes por culturas agrícolas, outras sujeitos a fogos frequentes e pastorícia, o que tem contribuído para a sua destruição ou degradação. Estes bosques designados por esclerófilos perenifólios por conterem espécies de folhas planas, coriáceas e perenes, uma estratégia adaptativa que lhes permite suportar a irregularidade climática e a inexistência de um período realmente favorável ao seu desenvolvimento, pois quando faz calor não há água e quando esta existe normalmente faz muito frio (Aguiar, 1998).

Dada a sua raridade, os bosques climáticos de *Quercus rotundifolia*, possuem um elevado valor de conservação, constituindo por isso um habitat prioritário de conservação no âmbito da Directiva Habitats e da Rede Natura 2000 (9340 – Florestas de *Quercus ilex* e *Quercus rotundifolia*).

A azinheira (*Q. rotundifolia*), com as suas características peculiares, consegue sobreviver em condições ambientais próximas dos seus limites de tolerância, aparece em solos pobres e, dada a sua adaptação estrutural de xerófita, resiste bem a agressões exteriores, tais como o fogo tão frequente nas regiões de ocorrência da espécie (Silva *et al.*, 2002). Por outro lado, a sua capacidade de rebentação de toiça e de raiz permite-lhe persistir em zonas ardidadas. Assim, a azinheira pelas suas características naturais de grande resistência e fácil recuperação depois dos incêndios e ainda pela sua forma de exploração em algumas regiões, pode ser utilizada em estratégias para a gestão de combustíveis (Broncano *et al.*, 2005).

Uma boa gestão dos fogos florestais nos ecossistemas em climas mediterrânicos requer a integração do fogo como um factor indispensável à manutenção do equilíbrio

ecológico e da capacidade produtiva. O conhecimento do comportamento do fogo associado aos vários complexos combustíveis e os efeitos associados são imprescindíveis ao apoio de tomada de decisões em questões relacionadas com a gestão do fogo florestal (Cruz e Viegas, 2001).

De um modo geral, os bosques mediterrânicos têm uma rentabilidade directa, em produtos, muito baixa, e raramente permite o investimento requerido para os tratamentos silvícolas necessários para a prevenção de incêndios (DGRF, 2007). A principal rentabilidade é indirecta, protecção do solo, regularização dos recursos hídricos, conservação da biodiversidade, fixação de CO<sub>2</sub> e realização de actividades de ócio.

Com a progressiva degradação destes sistemas, como os bosques de azinheira (sardoais) e outros, que constituem a floresta mediterrânica, é quebrada uma cadeia de interdependência, ao eliminar a protecção conferida ao solo, bem como a fonte de nutrientes necessários à diversidade de fauna e microflora, indispensáveis à manutenção do equilíbrio dos ecossistemas florestais e da sua sustentabilidade (Pausas *et al*, 2004).



Figura 1: Distribuição da azinha em Portugal continental (adaptado de <http://www.jb.utad.pt>).

## 2.2 Comportamento do fogo

A maneira como o fogo se comporta encerra em si um conjunto diferenciado de fenómenos, desde aspectos simples da ignição e combustão à interacção entre um incêndio e a atmosfera. As características físicas da frente de chamas, assim como a rapidez de propagação, dimensões e libertação de energia, são estabelecidas pelo ambiente de fogo, isto é, pelas influências individuais e interacções do combustível, meteorologia e topografia (Fernandes, 2003). A sua compreensão e quantificação têm conduzido a métodos sólidos de predição do comportamento do fogo e, consequentemente, úteis nos processos de resolução associados à sua extinção. (Fernandes, 2001; Fernandes, 2003).

Como tal, para uma melhor compreensão do comportamento do fogo, torna-se necessário o conhecimento dos processos físicos da sua propagação, pois as combinações dos diferentes processos de transmissão do calor conduzem a diferentes comportamentos do fogo (Macedo e Sardinha, 1987). Assim temos, como parâmetros de caracterização do fogo, a velocidade de propagação entendida como a velocidade de avanço da frente do fogo da linha mais avançada, medida em metros por minuto com a seguinte escala: lenta ( $<2\text{m/min}$ ), média ( $2\text{-}10\text{m/min}$ ), alta ( $10\text{-}70\text{m/min}$ ) e extrema ( $>70\text{m/min}$ ). O fogo propaga-se para a frente e ao mesmo tempo para os flancos e para trás, de forma que a sua área e perímetro se modificam com o tempo. Outro parâmetro é o calor por unidade de área, medido em quilocalorias por metro quadrado ( $\text{kcal/m}^2$ ) ou em quilojoules por metro quadrado ( $\text{kJ/m}^2$ ). Temos ainda a intensidade linear do fogo, quantidade de calor gerado pelo fogo por unidade de tempo e por unidade de comprimento das chamas, medido em quilocalorias por metro e por segundo ( $\text{kcal/m/s}$ ) ou em quilowatts por metro ( $\text{kW/m}$ ). Por fim o comprimento das chamas, que é o comprimento médio das chamas na frente do fogo (Macedo e Sardinha, 1987).

Este conhecimento do comportamento do fogo nos complexos combustíveis com representatividade numa dada região e a possibilidade de o prever são aspectos imprescindíveis na gestão do fogo nos espaços florestais (Cruz e Viegas, 2001). Mas, importa também considerar as características dos combustíveis, uma vez que a ocorrência de um fogo deles depende: o teor de humidade, que, entre outras qualidades, retarda a ignição ou absorve energia e a dimensão dos combustíveis, que condiciona a ignição por um lado, e a rapidez com que os combustíveis perdem ou ganham humidade por outro. Existem combustíveis finos/ligeiros, com diâmetro entre 0 e 0,062 cm, que entram facilmente em ignição, e combustíveis grossos/pesados com diâmetro superior a 7,62 cm. Entre estas duas categorias são por vezes consideradas ainda duas classes de

combustíveis médios de diâmetro entre 0,062-2,54 cm e entre 2,54-7,62 cm (Silva, *et al.*, 2002). Salienta-se aqui que é a presença de combustíveis finos que mais influencia o comportamento de um incêndio, pois dada a facilidade com que entram em ignição, são os mais responsáveis pela sua progressão. A carga de combustível por unidade de área importa também conhecer, bem como outras componentes dos combustíveis ditos de superfície como, a profundidade e o grau de compactação.

A composição florística e a estrutura dos combustíveis que constituem o sub-bosque dos diversos ecossistemas contribuem de forma distinta para o desenvolvimento do fogo. A sua modelação de acordo com as suas propriedades físicas, permite estudar o comportamento previsível do fogo em condições de inflamabilidades diversas (André *et al.*, 2002).

Para Silva *et al.*, (2002) é importante ter em conta a inflamabilidade das diferentes espécies. A inflamabilidade de uma espécie indica-nos a facilidade com que entra em ignição e está directamente relacionada com o seu teor de humidade, com a presença de substâncias voláteis e com a superfície específica do material. É também variável ao longo do ano e para as diferentes partes de uma planta, mas existem padrões de inflamabilidade que nos ajudam a distinguir as diferentes espécies a este nível. Aqui e juntamente com a inflamabilidade interessa também considerar o poder calorífico, que é a quantidade de calor libertada pela combustão de um determinado combustível e que pode ser quantificada.

Importante será considerar as formações vegetais como um todo, em vez de cada espécie isoladamente, pois para a prevenção é essencial saber antecipadamente a facilidade de propagação de um incêndio num determinado complexo de combustíveis, ou seja saber sobre a sua combustibilidade. Esta parece ser influenciada pelas características físicas (dimensões, densidade, humidade) e químicas (substâncias

voláteis) dos combustíveis, pelo seu arranjo espacial (continuidade, compactação) e pela sua carga por hectare (Silva *et al.*, 2002). Aqui também é importante considerar o papel decisivo de algumas formações arbóreas pela sua estratégia na defesa contra incêndios, o tipo de coberto e folhagem associado a uma densidade adequada destas formações permitem, por vezes, a manutenção de condições ao nível do solo que dificultam a propagação de incêndios.

O arranjo espacial, no que se refere à continuidade vertical e horizontal, e tipo de combustíveis, predominantes nos nossos ecossistemas destacam-se pela sua elevada combustibilidade. A probabilidade de ocorrência de incêndios extensos ou severos é minimizável através da ajustada gestão da vegetação, que permite tornar relevante e efectiva a acção dos meios de combate (Fernandes, 2003; Nunes *et al.*, 2005).

Resultados de um estudo efectuado por Fernandes *et al.* (2000), na Reserva Natural da Serra da Malcata, indicam que uma eventual substituição de matos por comunidades arbóreas resulta em formações vegetais menos susceptíveis aos incêndios. Na ausência, por tempo indeterminado, desta perturbação os sistemas evoluem no sentido da redução da sua combustibilidade, que é também o sentido da menor adaptação ao fogo (Mutch, 1970). No entanto, a curto prazo, a exclusão deliberada do fogo nas comunidades arbustivas estudadas conduz a aumentos progressivos da combustibilidade, e consequentemente a incêndios potencialmente cada vez mais severos, de mais difícil supressão e mais extensos. Por sua vez, este aumento na escala espacial da perturbação originará uma paisagem crescentemente homogénea, com perda do anterior padrão em mosaico, e com todas as implicações negativas daí decorrentes.

Por outro lado, e segundo Iglesias (2005), a propagação de um incêndio florestal parece não depender das espécies que constituem os povoamentos em que este se

propaga, mas sim da continuidade da vegetação nos seus diferentes estratos (matos, arbustos e árvores), como já referido.

### **2.2.1 Modelação**

A predição do comportamento de um incêndio florestal e o modo como ele se comporta num dado território, apresenta-se como uma questão bastante complexa. Sabemos que a combustão, nos incêndios florestais, depende fundamentalmente das propriedades intrínsecas e extrínsecas dos combustíveis, as quais por sua vez dependem do tipo de vegetação, das condições ambientais, da topografia e da configuração da paisagem, entre outros. Uma vez iniciada a combustão, a sua propagação vai depender maioritariamente da estrutura da vegetação (Viger *et al.*, 2004).

Num contexto mediterrânico, minimizar o risco de incêndio é já um objectivo prioritário da planificação e da gestão florestal. Para tal, são necessários modelos que possam prever o risco de incêndio em função das características das massas florestais e do tipo de gestão (González *et al.*, 2007).

A modelação do risco de incêndio deve incorporar variáveis independentes que sejam relevantes no contexto da gestão florestal e que incluam informação sobre a estrutura e composição da massa florestal, e será ainda necessário que ditas variáveis estejam disponíveis nos inventários florestais e/ou sejam de cálculo acessível mediante ferramentas de simulação florestal disponíveis (González *et al.*, 2007).

A modelação matemática do comportamento do fogo consiste na solução do seguinte problema: tendo conhecimento das condições ambientais (topografia, coberto vegetal, estado da vegetação e condições meteorológicas) e da localização da ignição pretende-se, determinar a evolução do perímetro do incêndio ao longo do tempo, considerando ou não as acções de supressão que possam ocorrer (Viegas, 2005).

A modelação do comportamento do fogo pode ser utilizada em condições operacionais, como um sistema de previsão do comportamento e como ferramenta de apoio à decisão. Outra aplicação é a de planear acções de prevenção, simulando cenários de ocorrência de fogos e de acções de gestão florestal destinadas a minimizar o risco de incêndio. A utilização criteriosa destes sistemas pode facilitar a optimização das medidas de prevenção a adoptar e também a hierarquização de prioridades nestas e noutras acções (Loureiro *et al.*, 2002; Viegas, 2005).

Entidades responsáveis pelo combate aos fogos florestais em muitos países – nos EUA, Canadá e Austrália, desde os anos oitenta, e no sul da Europa (França, Itália, Espanha, Grécia e Portugal), a partir dos anos noventa – em maior ou menor escala e medida, têm vindo a utilizar modelos de propagação já existentes, em particular com carácter local, como ferramentas auxiliares de decisão (André e Viegas, 2001).

## 2.2.2 Modelos de combustível florestal

Os modelos de combustível florestal permitem dividir o território em zonas que apresentem características análogas quanto ao tipo e estrutura da vegetação. Cada modelo é caracterizado por uma série de parâmetros qualitativos e quantitativos que o identificam e lhe conferem umas determinadas condições para a propagação dos incêndios (Viger *et al.*, 2004).

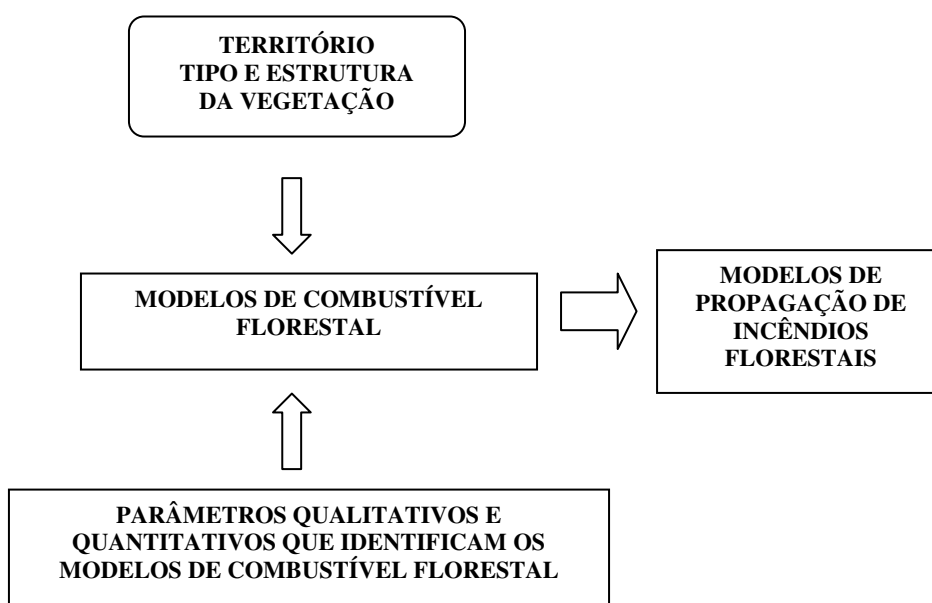


Figura 2: Esquema funcional dos modelos de combustível para a predição do comportamento dos incêndios florestais adaptado de Viger *et al.*, (2004).

Sendo os modelos simplificações de um complexo de materiais que podem arder, podemos prever, mas de forma aproximada, o comportamento de um incêndio de superfície, através da utilização de um modelo de comportamento do fogo. Não existe uma classificação única de modelos de combustível florestal, válida para todo o mundo. Cada país tem a sua, quer por tê-la desenvolvido ou quer por adaptação de outro país.

Os países que mais se dedicaram à definição de modelos de combustível florestal são os Estados Unidos, Canadá e Austrália (Viger *et al.*, 2004). Os restantes

países copiaram ou adaptaram os sistemas dos países mencionados. Na Europa, a tendência mais generalizada foi copiar o modelo dos Estados Unidos, com o inconveniente de que a vegetação deste país não coincide exactamente com a europeia (Viger *et al.*, 2004). Tornou-se necessário criar modelos de combustível de acordo com as novas tendências.

No início do Século XX inicia-se nos Estados Unidos o estudo da relação entre o início e propagação de um incêndio e a estrutura da vegetação (Dubois, 1914). A partir dos anos 70 aparecem os modelos de propagação de incêndios florestais (Rothermel, 1972) e os sistemas de predição de incêndios florestais (Deeming *et al.*, 1977) que utilizam como dados o tipo de combustível.

Segundo o citado por Viger *et al.*, (2004), existem actualmente nos Estados Unidos, para a predição do comportamento dos incêndios florestais, 13 modelos de combustível florestal. Dos 13 modelos, 11 foram desenvolvidos por Anderson e Brown, e publicados por Rothermel (1972). Van Johnson propôs um novo modelo para caracterizar bosques com sub-bosque de combustível morto, modelo documentado por Rothermel (1972) e Albini (1976). O último modelo de combustível descreve os matos de combustíveis muito inflamáveis, modelo documentado por Albini.

Os modelos atrás descritos, utilizados para o estudo do comportamento dos incêndios, apresentam diferenças no comportamento do fogo associado à carga de combustível, à distribuição e tamanho das partículas que o compõem e à humidade do combustível. A carga e a altura do combustível são importantes para a predição da ignição e, caso se produza, para determinar a velocidade de propagação e a intensidade da frente da chama (Anderson, 1982).

O modelo de comportamento do fogo mais utilizado entre nós é assim o modelo de Rothermel. O modelo de Rothermel, de propagação empírico completo e

relativamente geral, está baseado quase exclusivamente em experiências laboratoriais. Encontra-se publicado originalmente no relatório de Rothermel (1972), motivo pelo qual é conhecido como «modelo de Rothermel», mas integra-se num amplo programa de investigação levado a cabo pelos Serviços Florestais dos Estados Unidos. Programa este, extenso no tempo e notável, não só pela dimensão dos recursos humanos, técnicos e financeiros que tem utilizado, pela sua estruturação, mas também pela simbiose de investigação fundamental e aplicada que representa, capaz de gerar valiosos produtos aplicados, tais como os conhecidos programas de computador BEHAVE (Andrews *et al.*, 2004) e FARSITE (Finney, 1998). As raízes mais profundas situam-se num projecto de investigação intitulado Project Model Fire, lançado em 1958. Este projecto foi liderado por Fons até 1962 e, seguidamente, até ao seu final, em 1966, por Byram. No entanto, foi no período de 1965 a 1972 que se realizou a investigação mais directamente ligada com o modelo. Posteriormente a 1972, o modelo foi melhorado e estendido, algumas das propostas de extensão do modelo podem hoje ser encontradas no programa BEHAVE (André e Viegas, 2001).

### **2.2.3 Modelação do comportamento do fogo em BehavePlus**

Um dos mais conhecidos e extensamente documentados programas de computador que implementam modelos de propagação do fogo é sem dúvida o BEHAVE (Andrews e Bevins, 1998), cuja versão original aparece em 1986, desenvolvido e mantido pelos Serviços florestais dos EUA. Este programa implementa, essencialmente, o modelo de propagação empírico-laboratorial de Rothermel (1972).

O sistema BehavePlus, sendo o mais conhecido dos simuladores de comportamento do fogo, e actualmente em remodelação (Andrews *et al.*, 2004), é usado

nos E.U.A. por uma percentagem elevada de pessoas com responsabilidade na gestão do fogo (Miller & Landres, 2004).

O sistema de simulação BehavePlus baseia-se num programa de computador que apresenta um conjunto de modelos matemáticos que descrevem o comportamento de incêndios, efeitos do fogo, o fogo e o meio ambiente. É um sistema flexível que produz quadros, gráficos e diagramas, de fácil utilização e múltiplas aplicações na gestão dos incêndios.

O BehavePlus é parte de um conjunto de sistemas de comportamento do fogo que inclui FlamMap, FARSITE, e FSPro, que são sistemas complementários baseados nos mesmos modelos de fogo. FlamMap, FARSITE e FSPro, sendo sistemas espaciais, utilizam a mesma base de dados GIS. O BehavePlus é um sistema de pontos com aportes oferecidos interactivamente pelos usuários, assim, o seu uso é adequado para múltiplas aplicações, aqui o uso dos sistemas espaciais pode tornar-se excessivo. Em qualquer caso, podemos utilizar o BehavePlus para entender os conceitos básicos da modelação do fogo antes de passar à aplicação dos sistemas espaciais.

A modelação de combustíveis pelo sistema BehavePlus é um instrumento útil em vários aspectos (Fernandes e Pereira, 1993), na preparação de cartas de risco de comportamento do fogo, bem como na definição de áreas críticas, como auxiliar do planeamento da arborização e da gestão de combustíveis, nomeadamente no planeamento do fogo controlado, no planeamento da extinção de um incêndio, através da simulação do comportamento do fogo em tempo real ou não, para identificar, quantificar e colocar no terreno os meios a utilizar na ofensiva, em conjugação com técnicas de cartografia digital e sistemas de informação geográfica (SIG) para monitorização de incêndios e, por fim as séries fotográficas, que complementam os

modelos de combustíveis, possibilitam uma avaliação célere por comparação, no campo, das cargas de combustível e do perigo que traduzem.

Actualmente, apesar das limitações dos modelos actuais, a simulação do comportamento do fogo é útil na justificação material das actividades, na avaliação e comparação de técnicas alternativas de realização, e na antecipação do perigo latente em projectos para a floresta.

### 3. Metodologia

#### 3.1 Área de estudo

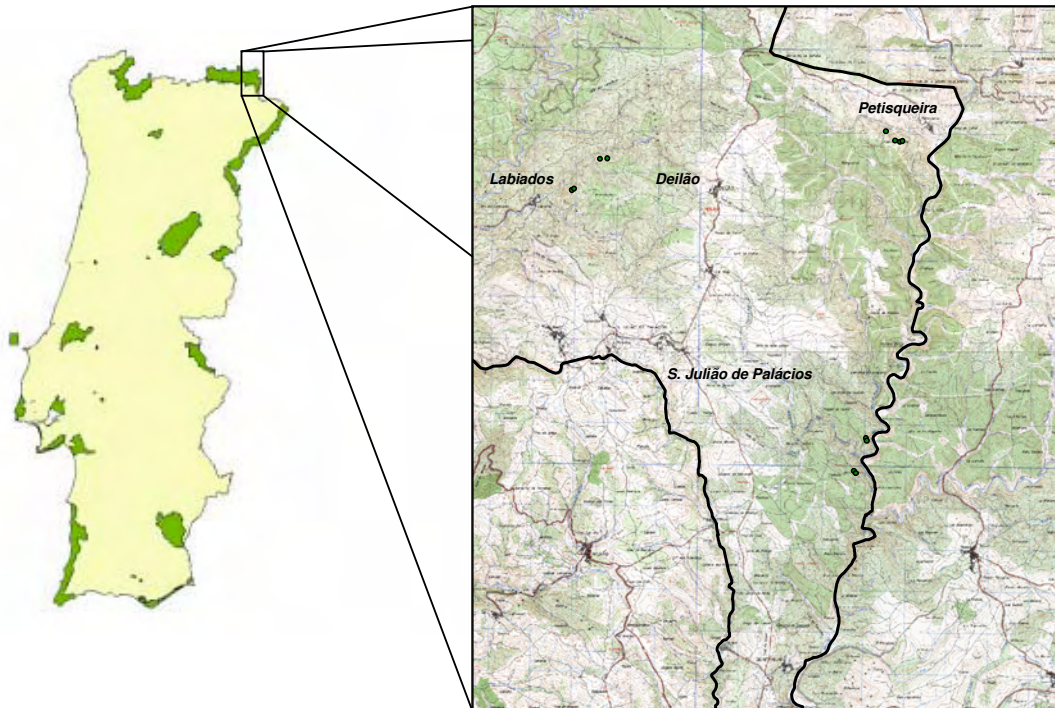


Figura 3: Localização da área de estudo (adaptado de ICNB, 2008).

Este estudo foi realizado na região Este do Parque Natural de Montesinho (Distrito e Concelho de Bragança) (Figura 3). De acordo com o Plano Regional de Ordenamento Florestal do Nordeste (PROFN, 2006), aprovado pelo Decreto Regulamentar n.º 2/2007, D.R. n.º 12, Série I de 2007-01-17, esta área integra a sub-região natural de Bragança. As sub-regiões naturais correspondem a grandes unidades de paisagem, que integram aspectos fisiográficos e de vegetação muito afins, com estreita correlação com a altitude e o grau de influência atlântica. Assim, esta região enquadra uma vasta superfície planáltica do N/NE, com cotas médias entre os 750/900 m e que é parte integrante da Meseta Ibérica, com distinção de três situações: Região oriental, que envolve a superfície planáltica um pouco aplanada ou suavemente

ondulada, onde apenas os rios principais, Mações, Onor e Sabor introduzem vales aprofundados; Região Ocidental, com um profundo entalhamento da rede hidrográfica do Tuela-Rabaçal; e Região montanhosa, englobando os relevos acidentados a partir de uma superfície planáltica, como é o caso das serras da Nogueira (1318m), Montesinho (1474m) e Coroa (1272). O Parque Natural de Montesinho (PNM) desenvolve-se na parte setentrional da região e possui vários estatutos de conservação, nomeadamente o Decreto-Lei nº 355/79, de 30 de Agosto que cria o Parque Natural de Montesinho.

O interesse na protecção, conservação e gestão deste território salienta-se pelo facto de integrar parcialmente a zona de protecção especial para a avifauna (ZPE) Montesinho/Nogueira (PTZPE0002), nos termos da Directiva nº.79/409/CEE, do Conselho, de 2 de Abril (Directiva Aves), bem como o sítio Montesinho/Nogueira (PTCON0002), nos termos da Directiva nº.92/43/CEE, do Conselho, de 21 de Maio (Directiva *Habitats*), candidato a integração na Rede Natura 2000, constante da primeira fase da Lista Nacional de Sítios, aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros nº.142/97, de 28 de Agosto. Com a publicação do Decreto-Lei nº.19/93, de 23 de Janeiro, que criou um novo quadro de classificação para as áreas protegidas nacionais, impôs-se a reclassificação do PNM segundo os critérios aí estabelecidos. Esta reclassificação viu-se concretizada com a publicação do Decreto Regulamentar nº.5-A/97, de 4 de Abril, que enuncia o regime de gestão até aqui e determina a necessidade de dotar a área protegida de um plano de ordenamento (POPNM), aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros nº.179/2008, de 24 de Novembro.

Em termos de habitats naturais e semi-naturais encontramos aqui bosques de azinheira, *Quercus rotundifolia*, regionalmente conhecidos por Sardoais ou carrascais que ocorrem em áreas menos elevadas e ao longo de encostas declivosas e soalheiras (ICNB, 2008), como é o caso da nossa área de estudo propriamente dita.

Os sardoais, tal como outros bosques climácicos que aqui ocorrem, são ecossistemas até aqui pouco perturbados pelo homem proporcionando no seu interior refúgio para inúmeras espécies animais, em particular as mais sensíveis à actividade humana (ICNB, 2008).

Tabela 1: Área percorrida por incêndios do tipo florestal no total dos locais em estudo.

<i>ANO</i>	<i>Total (ha)</i>
2001	41,63
2002	1036,73
2003	0,06
2004	25,203
2005	612,86
2006	3,011
2007	35,5
<b><i>TOTAL</i></b>	<b><i>1754,994</i></b>

Fonte: DGRF, 2007

## **3.2 Amostragem**

### **3.2.1 Selecção das unidades de estudo**

Em gabinete e em ambiente SIG foi, anteriormente à realização deste trabalho, feita a identificação e descrição de todas as manchas de azinhal envolvendo os incêndios ocorridos na área do Parque Natural de Montesinho (PNM), tendo por base a Carta de Ocupação do Solo de Portugal Continental (COS'90), a cartografia do Plano de Ordenamento do Parque Natural de Montesinho (POPNM), assim como as Cartas Militares à escala 1:25 000, os Ortofotomapas de 2006 (DGRF), cartografia da Direcção Geral dos Recursos Florestais (DGRF) das áreas queimadas em 2005 e 2006, cartografia de áreas ardidas do Parque Natural de Montesinho entre 1994 e 2006.

Os incêndios foram descritos em termos de ano, localização, área, solo, orografia, comunidades adjacentes e história do fogo. Realizou-se cartografia digital das unidades ardidas, remanescentes e bosques maduros de azinhal com software ArcGis.

Foram seleccionadas cinco manchas de azinhal designadas por Labiados, Petisqueira, Aldeia (S. Julião de Palácios), Moinho (S. Julião de Palácios) e Deilão. Estas foram previamente caracterizadas em termos de densidade arbórea, porte das árvores e nível de contacto das manchas com fogos registados. As manchas seleccionadas estão apresentadas na Figura 4 e descritas na Tabela 2.

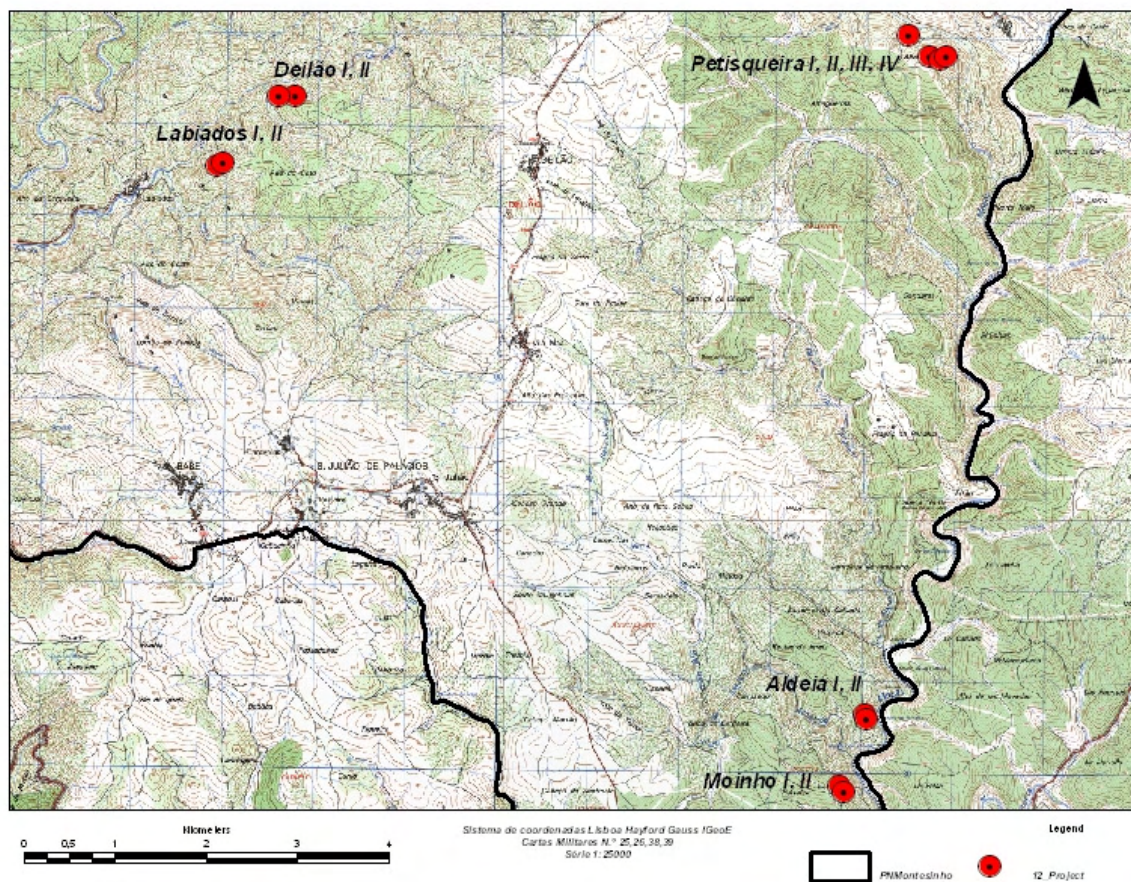


Figura 4: Localização das manchas de estudo.

Tabela 2: Caracterização prévia das manchas seleccionadas.

Manchas de azinhal	N.º de linhas	Densidade do azinhal	Porte das árvores	Contacto com o fogo	Ano do incêndio
Labiados	2	Denso	Médio/alto	Parcial	2000
Petisqueira	4	Muito denso	Médio/alto	Parcial	2005
Aldeia (S. Julião)	2	Denso	Médio/baixo	Parcial	2002
Moinho (S. Julião)	2	Muito denso	Médio/alto	Parcial	2002
Deilão	2	Muito denso	Médio/baixo	Parcial	1980



Figura 5: Mancha de azinhal seleccionada na aldeia de S. Julião de Palácios (Bragança).



Figura 6: Mancha de azinhal seleccionada na aldeia da Petisqueira (Bragança).

### 3.2.2 Selecção de linhas e pontos de amostragem

Para cada uma das 5 manchas seleccionadas foram definidas duas ou mais linhas de amostragem de 60m de extensão (40 metros para o interior do azinhal e 20m para o exterior em direcção à área ardida) e de orientação perpendicular à linha da orla., num total de doze linhas: 2 para a mancha de Labiados, Deilão, Aldeia e Moinho; 4 para a Mancha da Petisqueira.



Figura 7: Ortofotomapa com a mancha seleccionada e respectivas linhas.

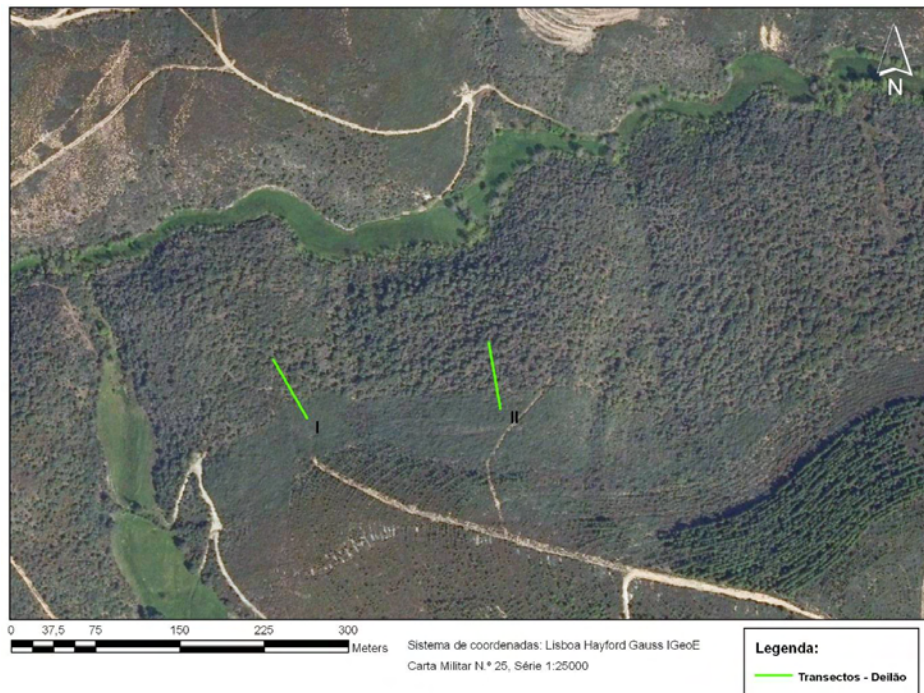


Figura 8: Ortofotomapa com as unidades de estudo seleccionadas e respectivas linhas.

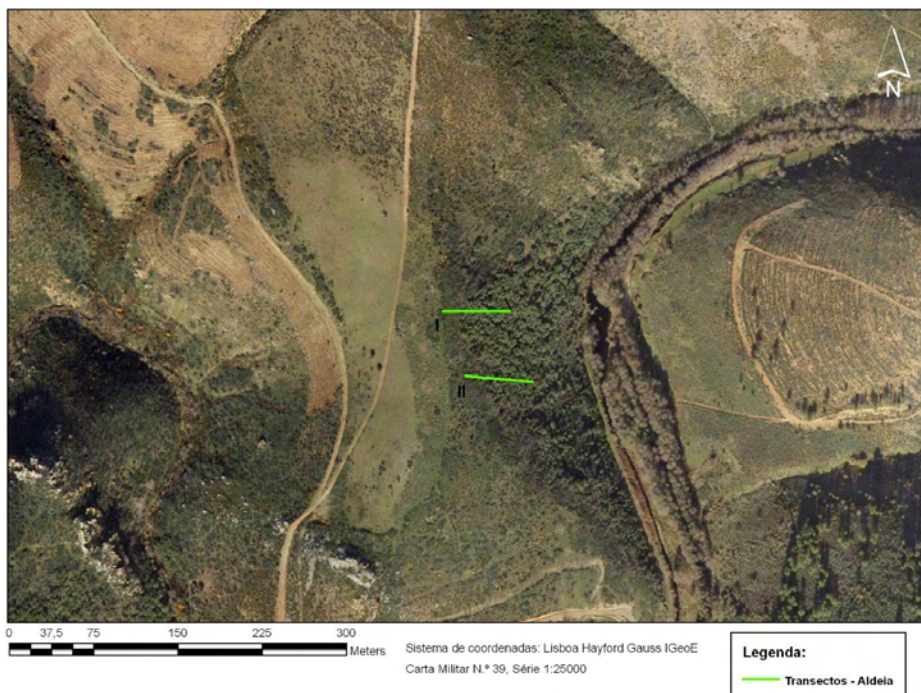


Figura 9: Ortofotomapa com as unidades de estudo seleccionadas e respectivas linhas.

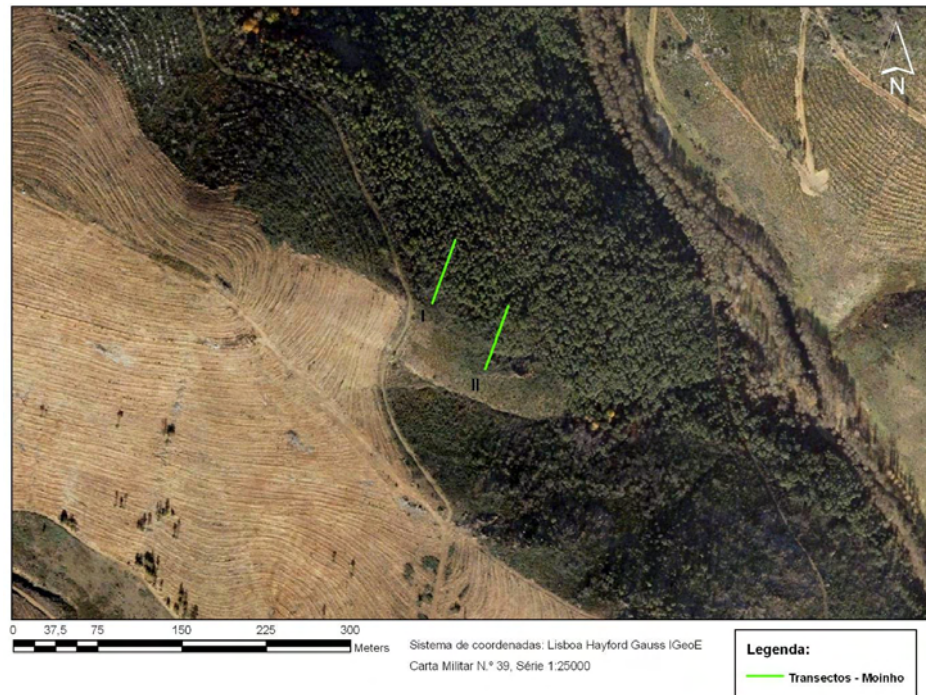


Figura 10: Ortofotomapa com as unidades de estudo seleccionadas e respectivas linhas.

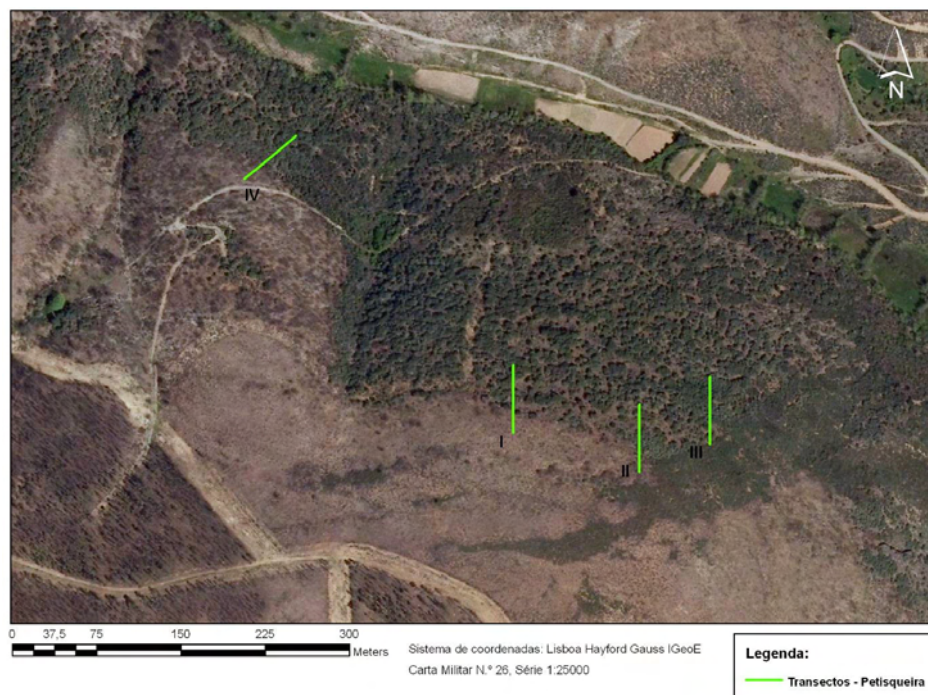


Figura 11: Ortofotomapa com as unidades de estudo seleccionadas e respectivas linhas.

Ao longo de cada linha foram estabelecidos pontos de amostragem às distâncias de 0m (orla), 1, 5, 10, 20 e 40m para o interior do azinhal e 1, 5, 10 e 20m para o exterior. Mediram-se parâmetros da vegetação e dos combustíveis, ao longo das sublinhas (-20; -10; -5; -1; 0; 1; 5; 10; 20; 40m), em cada ponto, em termos de composição, coberto e altura e manta morta (composição e altura).

A amostragem e recolha de dados no campo decorreram principalmente entre Abril e Julho de 2007.



Figura 12: Exemplo de esquema de amostragem.

### **3.2.3 Métodos de amostragem da vegetação**

Para prever o comportamento do fogo através do sistema BehavePlus, era necessária informação acerca das características dos combustíveis, dos parâmetros ambientais e do relevo. A recolha e consequente avaliação da estrutura dos combustíveis, à escala do bosque, baseou-se no Método da Linha de Intercepção (Canfield, 1941) e no Método dos Quadrantes (Mueller-Dombois e Ellenberg, 1974) a

escolha destes métodos deve-se ao facto de serem expeditos e abrangentes, de permitirem uma maior recolha de dados. Em cada ponto de amostragem localizado às distâncias de 0m (limite da mancha), 1, 5, 10, 20 e 40m para o interior do azinhal e 1, 5, 10 e 20m para o seu exterior, estabeleceram-se respectivamente sub linhas de 10 m perpendiculares à orientação da linha de amostragem, ao longo das quais se mediu a intercepção horizontal das espécies vegetais e vivas e do material morto. Para cada elemento registado mediu-se a altura respectiva. A informação resultante possibilitou o cálculo da percentagem de coberto (%), altura média (m) e volume (m<sup>3</sup>/ha) de cada espécie. No caso das árvores foram considerados adicionalmente parâmetros como a altura da base da copa (m) e o diâmetro à altura do peito (dap) (cm).

Os resultados permitiram produzir estimativas das cargas de combustível por aplicação das massas volúmicas médias por espécie em cada ponto e local, e subsequentemente repartidas por classe de tamanho e condição viva ou morta ao longo do gradiente exterior-interior das manchas.

Foi feita a identificação de todas as plantas arbustivas e herbáceas, interceptadas pelas linhas de amostragem (Anexo 1). Esta identificação foi efectuada por Anabela Amado.

Quantificou-se a estrutura física da folhada originada pelas espécies arbóreas e arbustivas existentes em cada local. Assim, a folhada foi avaliada, quanto ao coberto, por estimativa visual de acordo com as seguintes classes: 0-25%; 25-50%; 50-75%; 75-100%. Quanto à espessura da folhada, foram feitas 10 medições sistemáticas com uma craveira, ao longo da linha de intercepção de 10m perpendicular à linha de 60m. Foi verificada a composição da folhada e fotografada em cada ponto



Figura 13: Aspecto geral de uma linha de amostragem no interior do azinhal em S. Julião de Palácios (Bragança).



Figura 14: Aspecto geral de uma linha de amostragem no exterior do azinhal (área ardida) em S. Julião de Palácios.

### 3.3 Desenvolvimento dos modelos de combustível

Para o desenvolvimento dos modelos de combustível, e posterior simulação do comportamento do fogo, trabalharam-se todos os combustíveis e suas características recolhidas nos locais em estudo, com os parâmetros ambientais, bem como os do relevo, requeridos pelo sistema BehavePlus.

A previsão das cargas dos combustíveis é o dado de entrada requerido pelo sistema BehavePlus que nos permite simular o comportamento do fogo para uma determinada situação. Assim, para prever a quantidade de combustível existente nas manchas de amostragem, utilizaram-se métodos de amostragem que nos permitiram uma rápida avaliação do material existente.

Quantificaram-se variáveis estruturais das árvores como a altura da base da copa (m) e a altura média das árvores (m). Para o cálculo da densidade de copas (%), rácio do copado e massa volúmica (kg/m<sup>3</sup>), consideraram-se as seguintes massas volúmicas específicas (Fernandes *et al.*, 2000):

- Azinheira (*Quercus rotundifolia*) -57 kg/m<sup>3</sup>;
- Urze (*Erica australis*) -66 kg/m<sup>3</sup>;
- Carqueja (*Pterospatrum tridentatum*) -30 kg/m<sup>3</sup>;
- Esteva (*Cistus ladanifer*) -26 kg/m<sup>3</sup>.

Os dados necessários para o desenvolvimento dos modelos foram recolhidos em vários estratos de combustível nos locais de amostragem, tais como copas, superfície (herbáceas, arbustos e detritos) e solo. No nosso caso foi mais importante quantificar os combustíveis de superfície uma vez que se pretendia prever o comportamento de um incêndio de superfície.

A quantificação da folhada tornou-se necessária para a obtenção da profundidade do leito de combustível (Fuel Depth) ou espessura do estrato de combustível, em metros, cujos valores foram obtidos através da altura da vegetação, da espessura da folhada, da percentagem de coberto e do material morto.

A disponibilidade da quantidade de combustível para a combustão pode alterar-se durante o desenvolvimento do fogo dependendo da hora, da época do ano, do estrato, do tempo atmosférico, da vegetação e da intensidade do fogo. A carga de combustível é medida pelo peso do combustível seco por unidade de superfície (kg/m<sup>2</sup> ou ton/ha). Este factor é muito importante pois dele vai depender a intensidade da linha de fogo.

O conteúdo de humidade do combustível é de igual modo importante no comportamento do fogo, pois influi na probabilidade de ignição, dependente da condição do combustível (vivo ou morto), de factores meteorológicos e da exposição e declive. Para Macedo & Sardinha (1987), a forma como as partículas reagem a alterações de humidade ambiente tem implicações no comportamento do fogo como resultado desse combustível. Esta resposta é expressa por uma constante de tempo – tempo de retardação (TR). Define-se como o tempo requerido pelo material para perder aproximadamente 63%, ou 2/3 da diferença entre o conteúdo de humidade actual ou inicial e o conteúdo de humidade de equilíbrio. Este tempo depende essencialmente da dimensão (relação superfície/volume) do material.

O cálculo da humidade dos combustíveis com 1h TR em percentagem, referente ao azinhal, foi obtida com o programa FIRE2 do BEHAVE (Andrews *et al.*, 2004), tendo em conta todas as condições dos combustíveis avaliados no campo.

Calcularam-se as cargas de combustível com 1h TR (categoria de tamanho <6mm, são os materiais finos da folhada e manta morta) em ton/ha, as cargas de combustível com 10h TR (categoria de tamanho 6-25mm, são em geral ramos das

árvores ou troncos de arbustos) em ton/ha, e as cargas de combustível arbustivo vivo em ton/ha, (Fernandes *et al.*, 2000).

Como expressão das dimensões dos combustíveis temos a relação da área superficial por volume de material. Quanto menor for o tamanho da partícula maior é o valor deste cociente. Neste trabalho, a relação superfície-volume dos combustíveis vivos (SVR vivos) e a relação superfície-volume dos combustíveis com 1h TR (SVR 1h TR), resultam de uma relação ponderada calculada de acordo com a espécie, em m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> dada por Cohen *et al.* (2001).

O poder calorífico dos combustíveis vivos (PCI vivos) e o poder calorífico dos combustíveis de 1h TR (PCI 1 h TR) em KJ/kg, resultam de uma relação ponderada de acordo com a espécie (Cohen *et al.*, 2001).

Por fim, o factor de ajustamento do vento (WAF-Wind Adjustment Factor), calculado no BehavePlus a partir de dados estruturais da vegetação, varia entre 0 e 1 e é usado para ajustar a velocidade do vento a 10m de altura, por cima da vegetação, a meio da chama. O nosso valor para situações sem árvores, ou para situações pouco abrigadas do vento, era de 0.55. O vento é maior quanto maior este valor. Foi calculado com o programa utilizando o modelo 4 do mesmo (Modelo 4- matos entre 1,5 a 2m antes de entrar no povoamento) (Andrews *et al.*, 2004).

Tratados assim os dados requeridos pelo sistema para simulação do fogo, a entrada dos dados processou-se por respostas e questões directas, podendo-se seguir vários caminhos, dependendo das decisões específicas ao longo do correr do programa e dos objectivos de aplicação. O sistema está protegido contra erros de utilização, que reconhece imediatamente, dando ao utilizador a hipótese de os corrigir imediatamente.

### 3.4 Simulação do comportamento do fogo em BehavePlus

Desenvolvidos os modelos, com base no inventário dos combustíveis que caracterizam os azinhais em estudo, e para se poder comparar inflamabilidades entre complexos de combustíveis, passou-se à simulação do comportamento do fogo no sistema que se pretendia utilizar. A modelação e simulação do comportamento do fogo em BehavePlus Fire Modelling System (USDA Forest Service) foram desenvolvidas com base na estrutura da vegetação e dos combustíveis através das orlas e de um gradiente exterior-interior dos azinhais. Com esta componente do estudo espera-se poder compreender a forma como o fogo se propaga nestas formações e como o comportamento do fogo pode ser alterado quando transita de uma área de matos para uma mancha de azinhal.

Para a construção dos modelos de combustível para o azinhal desenvolvidos de acordo com os parâmetros do modelo semi-empírico de propagação do fogo de Rothermel (1972), e modelos associados (Albini, 1976) que integra o software BehavePlus (Andrews *et al.*, 2004) foram recolhidos, como já foi referido, os elementos necessários para a quantificação do combustível/vegetação, superfície/sub coberto, humidade dos combustíveis, meteorologia e características do terreno.

Como foi descrito no ponto anterior, depois de quantificados os parâmetros requeridos pelo sistema BehavePlus, os dados de entrada para os diferentes combustíveis foram, as cargas de combustível com 1 h TR (Tempo de Retardação para os combustíveis finos ou ligeiros de classe de tamanho <6mm), com 10 h TR (Tempo de Retardação para os combustíveis regulares de classe de tamanho 6-25mm), e arbustivo vivo (ton/ha), a relação superfície-volume para combustíveis com 1 h TR e lenhosos vivos ( $m^2/m^3$ ), a espessura do estrato de combustível (m), a humidade de extinção dos combustíveis mortos (%), o poder calorífico do combustível morto e vivo

(kJ/kg), a altura da base da copa (m), a massa volúmica do copado (ou densidade) (kg/m<sup>3</sup>), a humidade dos combustíveis com 1 h TR (%), a humidade dos combustíveis herbáceos vivos (%), a humidade dos combustíveis arbustivos vivos (%) e o teor de humidade foliar (%). Quanto à meteorologia temos, a velocidade do vento (km/h), o factor de ajustamento do vento (WAF) e a direcção do vector do vento relativo ao maior declive (graus), por último o declive da encosta (%).

Alguns dos parâmetros anteriores foram assumidos como constantes para os nossos modelos específicos, apesar destes valores não serem os normais, são aqueles que se poderão registar em dias quentes e secos de Verão, a sua utilização nas simulações poderá evidenciar melhor as diferenças entre os vários complexos combustíveis. Foi o caso da humidade dos combustíveis herbáceos vivos, (60%), a humidade dos combustíveis arbustivos vivos (60%), teor de humidade foliar (85%), a humidade de extinção dos combustíveis mortos (25%), a velocidade do vento (30 km/h), e a direcção do vector do vento relativo ao maior declive (180°). Estes valores foram assumidos para aplicar generalizadamente, possibilitando a comparação dos parâmetros de comportamento do fogo de cada um dos modelos a desenvolver.

Segundo o sistema BehavePlus, dois tipos de modelos podem ser construídos, dinâmicos ou estáticos. Os modelos dinâmicos transferem combustível entre as categorias de herbáceas vivas e 1h TR, tendo em conta as alterações sazonais do teor de humidade dos combustíveis herbáceos (entre 30 a 120%). Os nossos modelos definem-se como estáticos uma vez que têm carga fixa em todas as categorias. A implicação geral é a de que modificações rápidas no comportamento do fogo previstos pelos modelos estáticos, para teores de humidade críticos, serem menos prováveis nos modelos dinâmicos.

Como resultado, os modelos forneceram valores de algumas das variáveis que mostram como o fogo se comporta nos nossos locais, e que se pretendiam para este estudo, nomeadamente a velocidade de propagação, a intensidade da frente das chamas, o comprimento da chama, a transição, ou não, para fogo de copas e o tipo de fogo.

Obteve-se assim uma previsão aproximada do comportamento do fogo, para um conjunto de condições uniformes nos nossos locais, a velocidade de propagação máxima do fogo (m/min) que permite retirar informações relacionadas com a gravidade do incêndio do ponto de vista do combate e da área em risco, a intensidade da frente das chamas (kW/m), sendo o parâmetro que mais informações nos fornece relativamente à gravidade do incêndio, indica-nos a quantidade de calor libertado em cada minuto por cada metro da frente de fogo e por fim, o comprimento da chama (m), que associado à intensidade do incêndio permite avaliar a possibilidade de um incêndio de superfície se vir a transformar num incêndio de copas.

### **3.4.1 Modelo de combustível do azinhal**

A definição de modelo de combustível florestal implica a realização de um cuidadoso estudo experimental, ou o estudo de incêndios reais que associe o comportamento do fogo às diferentes estruturas da vegetação.

Para a obtenção deste modelo específico para o azinhal, utilizaram-se valores médios dos parâmetros descritivos e dos vários componentes do complexo de combustível, anteriormente tratados, simulou-se em BehavePlus para previsão do comportamento do fogo.

Como a utilização de modelos de combustível passa, em primeiro lugar, por uma escolha do modelo que mais se aproxima da situação real, tentámos aqui aproximar-nos o mais possível da realidade dos azinhais em estudo, tentando assegurar uma possível utilidade do nosso modelo.

A predição do comportamento do fogo nos azinhais em estudo será facilitada se dispusermos de um modelo que seja fiel à descrição dos combustíveis, caracterizando não só as propriedades físicas da vegetação destes locais mas também o comportamento habitual dos fogos que nesse combustível se desenvolve.

## 4. Resultados e discussão

### 4.1 Estrutura das orlas

Os métodos utilizados permitiram descrever a estrutura da vegetação ao longo das orlas das manchas de azinhal estudadas. A percentagem de coberto, altura, volume e densidade arbórea nas 12 orlas estudadas é apresentada nas Tabelas 3 a 20.

A estrutura das orlas parece ter tido bastante influência nos resultados obtidos. A tabela 3 mostra a composição da estrutura das sub linhas, dos locais em estudo para as árvores.

Tabela 3: Média das características das árvores para duas linhas de Labiados.

Local	Sub linhas	% Coberto	Altura_h (m)	Volume (m3/ha)	Densidade (NºArv/ha)
Labiados I	-20	0,00	0,00	0,00	0,00
Labiados I	-10	0,00	0,00	0,00	0,00
Labiados I	-5	0,00	0,00	0,00	0,00
Labiados I	-1	0,00	0,00	0,00	0,00
Labiados I	0	36,00	2,93	10547,50	5275,21
Labiados I	1	17,00	2,59	4410,00	2206,30
Labiados I	5	70,00	3,17	22170,00	11086,58
Labiados I	10	95,50	2,93	27985,00	13993,97
Labiados I	20	84,50	5,14	43445,00	21725,07
Labiados I	40	22,50	2,60	5850,00	2926,30
Labiados II	-20	0,00	0,00	0,00	0,00
Labiados II	-10	0,00	0,00	0,00	0,00
Labiados II	-5	0,00	0,00	0,00	0,00
Labiados II	-1	34,00	3,77	12820,00	6411,89
Labiados II	0	91,00	4,05	36850,00	18427,02
Labiados II	1	100,00	2,80	28000,00	14001,40
Labiados II	5	51,00	3,00	15300,00	7651,50
Labiados II	10	91,00	3,50	31850,00	15926,75
Labiados II	20	100,00	3,50	35000,00	17501,75
Labiados II	40	100,00	4,00	40000,00	20002,00

Observou-se que as variações ao longo do gradiente amostrado se encontram geralmente dentro do esperado. Observa-se uma grande variação entre locais.

Outras características destes bosques de azinhal nomeadamente no que diz respeito a arbustos e herbáceas, apresentam variações diferentes ao longo do mesmo gradiente como se pode observar pelas tabelas 4 e 5 para Labiados.

Tabela 4: Média das características dos arbustos para duas linhas de Labiados.

<b>Local</b>	<b>Sub linhas</b>	<b>% Coberto</b>	<b>Altura_h (m)</b>	<b>Volume (m3/ha)</b>
<b>Labiados I</b>	<b>-20</b>	99,50	1,52	15090,50
<b>Labiados I</b>	<b>-10</b>	97,50	1,26	12330,00
<b>Labiados I</b>	<b>-5</b>	97,80	1,40	13679,50
<b>Labiados I</b>	<b>-1</b>	59,30	1,80	10696,50
<b>Labiados I</b>	<b>0</b>	34,40	1,51	5183,00
<b>Labiados I</b>	<b>1</b>	78,50	1,61	12600,00
<b>Labiados I</b>	<b>5</b>	45,00	1,54	6915,00
<b>Labiados I</b>	<b>10</b>	59,10	1,55	9187,00
<b>Labiados I</b>	<b>20</b>	76,20	1,67	12730,50
<b>Labiados I</b>	<b>40</b>	100,0	1,17	11695,00
<b>Labiados II</b>	<b>-20</b>	99,30	1,43	14213,00
<b>Labiados II</b>	<b>-10</b>	93,40	1,03	9601,00
<b>Labiados II</b>	<b>-5</b>	95,70	1,68	16110,00
<b>Labiados II</b>	<b>-1</b>	98,70	1,39	13693,00
<b>Labiados II</b>	<b>0</b>	33,70	2,11	7121,50
<b>Labiados II</b>	<b>1</b>	44,50	0,70	3123,00
<b>Labiados II</b>	<b>5</b>	33,20	0,90	2988,00
<b>Labiados II</b>	<b>10</b>	31,30	1,005	3147,00
<b>Labiados II</b>	<b>20</b>	18,80	0,54	1007,0
<b>Labiados II</b>	<b>40</b>	4,70	0,49	228,50

Tabela 5: Média das características das herbáceas para duas linhas de Labiados.

Local	Sub linhas	% Coberto	Altura_h (m)	Volume (m3/ha)
Labiados I	-20	0,00	0,00	0,00
Labiados I	-10	0,00	0,00	0,00
Labiados I	-5	0,00	0,00	0,00
Labiados I	-1	0,00	0,00	0,00
Labiados I	0	0,00	0,00	0,00
Labiados I	1	3,00	0,10	30,00
Labiados I	5	0,00	0,00	0,00
Labiados I	10	0,00	0,00	0,00
Labiados I	20	0,00	0,00	0,00
Labiados I	40	0,00	0,00	0,00
Labiados II	-20	0,00	0,00	0,00
Labiados II	-10	0,00	0,00	0,00
Labiados II	-5	0,00	0,00	0,00
Labiados II	-1	0,00	0,00	0,00
Labiados II	0	0,00	0,00	0,00
Labiados II	1	0,00	0,00	0,00
Labiados II	5	0,00	0,00	0,00
Labiados II	10	0,70	0,06	4,50
Labiados II	20	0,20	0,20	4,00
Labiados II	40	0,70	0,10	7,00

Tabela 6: Média das características das árvores para duas linhas de Moinho (S. Julião de Palácios).

Local	Sub linhas	% Coberto	Altura_h (m)	Volume (m3/ha)	Densidade (NºArv/ha)
Moinho I	-20	0,00	0,00	0,00	0,00
Moinho I	-10	0,00	0,00	0,00	0,00
Moinho I	-5	0,00	0,00	0,00	0,00
Moinho I	-1	0,00	0,00	0,00	0,00
Moinho I	0	31,00	3,70	11465,00	1,10
Moinho I	1	38,00	3,60	13680,00	0,90
Moinho I	5	0,00	0,00	0,00	0,00
Moinho I	10	74,00	2,60	19240,00	0,68
Moinho I	20	100,00	3,00	30000,00	0,90
Moinho I	40	90,00	3,00	27000,00	0,88
Moinho II	-20	0,00	0,00	0,00	0,00
Moinho II	-10	0,00	0,00	0,00	0,00
Moinho II	-5	0,00	0,00	0,00	0,00
Moinho II	-1	0,00	0,00	0,00	0,00
Moinho II	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Moinho II	1	68,00	3,00	20400,00	0,87
Moinho II	5	81,00	3,50	28350,00	1,00
Moinho II	10	86,00	3,00	25800,00	0,99
Moinho II	20	90,00	4,00	36000,00	1,20
Moinho II	40	71,00	4,17	29610,00	1,23

Tabela 7: Média das características dos arbustos para duas linhas de Moinho (S. Julião de Palácios).

Local	Sub linhas	% Coberto	Altura_h (m)	Volume (m3/ha)
Moinho I	-20	81,70	0,86	7020,50
Moinho I	-10	87,70	1,45	12693,50
Moinho I	-5	87,80	1,51	13276,50
Moinho I	-1	96,20	1,26	12091,00
Moinho I	0	87,80	1,29	11343,00
Moinho I	1	100,00	0,88	8803,00
Moinho I	5	99,90	1,97	19639,00
Moinho I	10	36,10	1,41	5091,00
Moinho I	20	37,10	0,66	2465,00
Moinho I	40	47,20	1,22	5770,50
Moinho II	-20	97,80	1,06	10410,50
Moinho II	-10	92,20	1,45	13369,50
Moinho II	-5	34,80	1,11	3865,50
Moinho II	-1	100,00	1,17	11652,50
Moinho II	0	76,80	1,69	12964,50
Moinho II	1	82,20	2,13	17486,00
Moinho II	5	96,90	1,99	19290,00
Moinho II	10	91,10	1,18	10793,00
Moinho II	20	96,80	1,45	14011,00
Moinho II	40	57,70	1,07	6186,00

Tabela 8: Média das características das herbáceas para duas linhas de Moinho (S. Julião de Palácios).

Local	Sub linhas	% Coberto	Altura_h (m)	Volume (m3/ha)
Moinho I	-20	2,10	0,10	21,00
Moinho I	-10	2,10	0,20	42,00
Moinho I	-5	3,40	0,19	66,00
Moinho I	-1	1,40	0,20	28,00
Moinho I	0	1,10	0,18	20,00
Moinho I	1	0,00	0,00	0,00
Moinho I	5	1,60	0,18	28,00
Moinho I	10	0,50	0,20	10,00
Moinho I	20	4,00	0,39	155,00
Moinho I	40	7,20	0,12	88,50
Moinho II	-20	13,30	0,98	1300,00
Moinho II	-10	9,00	0,75	675,00
Moinho II	-5	0,00	0,00	0,00
Moinho II	-1	0,00	0,00	0,00
Moinho II	0	0,20	0,15	3,00
Moinho II	1	3,50	0,30	105,00
Moinho II	5	0,00	0,00	0,00
Moinho II	10	5,80	0,48	278,00
Moinho II	20	9,00	0,22	195,00
Moinho II	40	4,00	0,14	57,50

Tabela 9: Média das características das árvores para duas linhas de Aldeia (S. Julião de Palácios).

Local	Sub linhas	% Coberto	Altura_h (m)	Volume (m3/ha)	Densidade (NºArv/ha)
Aldeia I	-20	0,00	0,00	0,00	0,00
Aldeia I	-10	0,00	0,00	0,00	0,00
Aldeia I	-5	0,00	0,00	0,00	0,00
Aldeia I	-1	0,00	0,00	0,00	0,00
Aldeia I	0	78,00	2,66	20770,00	0,84
Aldeia I	1	100,00	3,00	30000,00	0,90
Aldeia I	5	100,00	3,00	30000,00	0,95
Aldeia I	10	85,00	2,95	25075,00	0,68
Aldeia I	20	86,00	3,03	26100,00	0,90
Aldeia I	40	100,00	3,00	30000,00	0,88
Aldeia II	-20	0,00	0,00	0,00	0,00
Aldeia II	-10	1,85	2,95	545,50	0,86
Aldeia II	-5	0,00	0,00	0,00	0,00
Aldeia II	-1	14,00	3,10	4340,00	0,90
Aldeia II	0	78,00	3,25	25350,00	1,20
Aldeia II	1	0,00	0,00	0,00	0,00
Aldeia II	5	0,00	0,00	0,00	0,00
Aldeia II	10	0,00	0,00	0,00	0,00
Aldeia II	20	0,00	0,00	0,00	0,00
Aldeia II	40	75,00	2,80	21000,00	0,88

Tabela 10: Média das características dos arbustos para duas linhas de Aldeia (S. Julião de Palácios).

Local	Sub linhas	% Coberto	Altura_h (m)	Volume (m3/ha)
Aldeia I	-20	98,00	0,96	9420,00
Aldeia I	-10	99,60	1,02	10203,50
Aldeia I	-5	85,20	0,84	7160,00
Aldeia I	-1	29,30	1,80	5275,00
Aldeia I	0	8,70	0,65	565,00
Aldeia I	1	20,20	0,65	1307,00
Aldeia I	5	30,00	0,65	1942,50
Aldeia I	10	32,00	0,49	1562,50
Aldeia I	20	64,80	1,32	8525,00
Aldeia I	40	85,50	1,06	9103,00
Aldeia II	-20	99,90	1,08	10752,50
Aldeia II	-10	100,00	0,97	9682,50
Aldeia II	-5	100,00	1,05	10460,50
Aldeia II	-1	71,10	1,05	7490,00
Aldeia II	0	70,50	1,51	10642,50
Aldeia II	1	100,00	1,98	19790,00
Aldeia II	5	90,00	1,49	13380,00
Aldeia II	10	78,00	1,31	10205,00
Aldeia II	20	97,50	1,55	15130,50
Aldeia II	40	77,20	1,07	8242,50

Tabela 11: Média das características das herbáceas para duas linhas de Aldeia (S. Julião de Palácios).

Local	Sub linhas	% Coberto	Altura_h (m)	Volume (m3/ha)
Aldeia I	-20	6,50	0,60	390,00
Aldeia I	-10	5,00	0,28	140,00
Aldeia I	-5	4,50	0,13	60,00
Aldeia I	-1	35,00	0,17	627,50
Aldeia I	0	19,50	0,32	622,50
Aldeia I	1	39,10	0,24	956,00
Aldeia I	5	13,40	0,26	351,50
Aldeia I	10	14,50	0,22	317,50
Aldeia I	20	36,60	0,22	807,50
Aldeia I	40	26,70	0,52	1385,50
Aldeia II	-20	11,50	0,32	362,50
Aldeia II	-10	21,20	0,47	996,00
Aldeia II	-5	24,50	0,26	642,50
Aldeia II	-1	44,80	0,21	928,50
Aldeia II	0	29,00	0,22	647,50
Aldeia II	1	24,00	0,42	1007,50
Aldeia II	5	25,00	0,14	352,50
Aldeia II	10	28,00	0,15	432,50
Aldeia II	20	11,00	0,22	245,00
Aldeia II	40	27,00	0,25	665,00

Tabela 12: Média das características das árvores para duas linhas de Deilão.

Local	Sub linhas	% Coberto	Altura_h (m)	Volume (m3/ha)	Densidade (NºArv/ha)
Deilão I	-20	0,00	0,00	0,00	0,00
Deilão I	-10	1,38	3,24	445,50	1,15
Deilão I	-5	16,00	3,50	5600,00	1,10
Deilão I	-1	81,00	3,59	29050,00	1,30
Deilão I	0	96,00	3,40	32640,00	1,24
Deilão I	1	76,00	3,20	24320,00	1,20
Deilão I	5	98,00	3,79	37135,00	1,35
Deilão I	10	74,00	3,49	25860,00	1,30
Deilão I	20	62,00	2,70	16740,00	0,90
Deilão I	40	68,00	3,59	24435,00	1,20
Deilão II	-20	1,08	3,15	340,20	1,10
Deilão II	-10	0,00	0,00	0,00	0,00
Deilão II	-5	2,00	3,05	610,00	1,05
Deilão II	-1	100,00	3,37	33660,00	1,00
Deilão II	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Deilão II	1	100,00	3,35	33500,00	1,14
Deilão II	5	64,00	3,13	20005,00	0,90
Deilão II	10	100,00	3,75	37500,00	1,17
Deilão II	20	82,90	4,61	38254,00	1,29
Deilão II	40	73,00	4,28	31275,00	1,30

Tabela 13: Tabela: Média das características dos arbustos para duas linhas de Deilão.

Local	Sub linhas	% Coberto	Altura_h (m)	Volume (m3/ha)
Deilão I	-20	99,40	1,65	16375,00
Deilão I	-10	96,50	2,08	20035,00
Deilão I	-5	99,90	1,67	16710,50
Deilão I	-1	38,30	1,50	5746,50
Deilão I	0	7,50	0,28	212,50
Deilão I	1	37,90	1,30	4936,50
Deilão I	5	17,30	0,77	1340,00
Deilão I	10	63,00	1,28	8058,00
Deilão I	20	58,40	1,32	7706,00
Deilão I	40	61,50	1,59	9777,00
Deilão II	-20	97,30	1,46	14160,50
Deilão II	-10	99,90	1,36	13549,50
Deilão II	-5	93,10	2,06	19204,00
Deilão II	-1	45,00	1,61	7234,00
Deilão II	0	99,70	1,73	17207,50
Deilão II	1	24,40	1,09	2665,50
Deilão II	5	35,90	0,97	3494,00
Deilão II	10	28,50	1,07	3050,00
Deilão II	20	6,00	0,53	320,00
Deilão II	40	45,40	1,54	6981,00

Tabela 14: Tabela: Média das características das herbáceas para duas linhas de Deilão.

Local	Sub linhas	% Coberto	Altura_h (m)	Volume (m3/ha)
Deilão I	-20	0,00	0,00	0,00
Deilão I	-10	0,00	0,00	0,00
Deilão I	-5	0,00	0,00	0,00
Deilão I	-1	11,00	0,10	110,00
Deilão I	0	16,50	0,10	172,50
Deilão I	1	26,20	0,10	263,50
Deilão I	5	30,00	0,11	255,00
Deilão I	10	10,50	0,10	110,00
Deilão I	20	5,00	0,10	47,50
Deilão I	40	6,00	0,11	67,50
Deilão II	-20	0,00	0,00	0,00
Deilão II	-10	0,00	0,00	0,00
Deilão II	-5	0,50	0,15	7,50
Deilão II	-1	4,00	0,19	77,50
Deilão II	0	0,00	0,00	0,00
Deilão II	1	2,00	0,15	30,00
Deilão II	5	22,60	0,10	221,50
Deilão II	10	19,50	0,08	150,00
Deilão II	20	5,80	0,10	56,00
Deilão II	40	9,50	0,10	92,50

Tabela 15: Média das características das árvores para duas linhas da Petisqueira (I, II).

Local	Sub linhas	% Coberto	Altura_h (m)	Volume (m3/ha)	Densidade (NºArv/ha)
Petisqueira I	-20	0,00	0,00	0,00	0,00
Petisqueira I	-10	0,00	0,00	0,00	0,00
Petisqueira I	-5	0,00	0,00	0,00	0,00
Petisqueira I	-1	0,00	0,00	0,00	0,00
Petisqueira I	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Petisqueira I	1	58,00	2,80	16260,00	0,91
Petisqueira I	5	49,00	3,60	17640,00	1,20
Petisqueira I	10	19,00	3,60	6840,00	1,00
Petisqueira I	20	19,00	2,58	4895,00	0,83
Petisqueira I	40	52,00	3,26	16970,00	0,96
Petisqueira II	-20	0,00	0,00	0,00	0,00
Petisqueira II	-10	0,00	0,00	0,00	0,00
Petisqueira II	-5	0,00	0,00	0,00	0,00
Petisqueira II	-1	6,00	2,55	1530,00	0,86
Petisqueira II	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Petisqueira II	1	0,00	0,00	0,00	0,00
Petisqueira II	5	32,00	2,86	9155,00	0,98
Petisqueira II	10	16,00	2,90	4640,00	1,00
Petisqueira II	20	0,00	0,00	0,00	0,00
Petisqueira II	40	40,00	5,30	21200,00	1,30

Tabela 16: Média das características dos arbustos para duas linhas da Petisqueira (I, II).

Local	Sub linhas	% Coberto	Altura_h (m)	Volume (m3/ha)
Petisqueira I	-20	55,60	0,38	2102,50
Petisqueira I	-10	23,80	0,90	2139,00
Petisqueira I	-5	36,00	1,41	5072,00
Petisqueira I	-1	92,50	2,25	20802,00
Petisqueira I	0	99,50	1,98	19689,50
Petisqueira I	1	38,30	2,16	8262,50
Petisqueira I	5	49,10	1,66	8158,00
Petisqueira I	10	65,70	1,46	11715,50
Petisqueira I	20	68,10	1,97	13399,00
Petisqueira I	40	25,50	1,72	4385,00
Petisqueira II	-20	66,30	0,36	2418,00
Petisqueira II	-10	73,50	1,26	9262,00
Petisqueira II	-5	42,40	1,01	4275,50
Petisqueira II	-1	63,00	1,45	9112,00
Petisqueira II	0	97,30	1,47	14315,00
Petisqueira II	1	50,00	0,25	1245,00
Petisqueira II	5	55,10	1,21	6657,50
Petisqueira II	10	96,70	0,98	9475,00
Petisqueira II	20	99,00	1,21	12020,00
Petisqueira II	40	46,00	1,22	5617,50

Tabela 17: Média das características das herbáceas para duas linhas da Petisqueira (I, II).

Local	Sub linhas	% Coberto	Altura_h (m)	Volume (m3/ha)
Petisqueira I	-20	35,90	0,49	1757,00
Petisqueira I	-10	55,60	0,60	3318,50
Petisqueira I	-5	29,00	0,39	1138,00
Petisqueira I	-1	10,30	0,19	195,50
Petisqueira I	0	6,40	0,12	77,50
Petisqueira I	1	4,00	0,25	100,00
Petisqueira I	5	8,80	0,28	246,50
Petisqueira I	10	3,50	0,17	59,50
Petisqueira I	20	11,20	0,17	186,50
Petisqueira I	40	3,60	0,08	30,00
Petisqueira II	-20	6,60	0,25	168,00
Petisqueira II	-10	18,50	0,21	387,50
Petisqueira II	-5	19,50	0,21	407,50
Petisqueira II	-1	10,70	0,19	200,00
Petisqueira II	0	1,80	0,14	25,00
Petisqueira II	1	3,10	0,22	67,50
Petisqueira II	5	2,20	0,12	26,00
Petisqueira II	10	16,50	0,11	188,00
Petisqueira II	20	0,00	0,00	0,00
Petisqueira II	40	1,10	0,21	23,00

Tabela 18: Média das características das árvores para duas linhas da Petisqueira (III, IV).

Local	Sub linhas	% Coberto	Altura_h (m)	Volume (m3/ha)	Densidade (NºArv/ha)
Petisq. III	-20	0,00	0,00	0,00	0,00
Petisq. III	-10	0,00	0,00	0,00	0,00
Petisq. III	-5	25,00	2,90	7250,00	0,82
Petisq. III	-1	37,00	3,82	14140,00	1,20
Petisq. III	0	62,50	3,29	20570,00	0,98
Petisq. III	1	0,00	0,00	0,00	0,00
Petisq. III	5	66,00	3,44	22720,00	1,10
Petisq. III	10	0,00	0,00	0,00	0,00
Petisq. III	20	100,00	3,65	36500,00	1,00
Petisq. III	40	100,00	4,00	40000,00	1,20
Petisq. IV	-20	0,00	0,00	0,00	0,00
Petisq. IV	-10	0,00	0,00	0,00	0,00
Petisq. IV	-5	0,00	0,00	0,00	0,00
Petisq. IV	-1	0,00	0,00	0,00	0,00
Petisq. IV	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Petisq. IV	1	68,00	3,00	20400,00	1,10
Petisq. IV	5	81,00	3,50	28350,00	1,20
Petisq. IV	10	86,00	3,00	25800,00	1,00
Petisq. IV	20	90,00	4,00	36000,00	1,30
Petisq. IV	40	100,00	3,70	37000,00	1,00

Tabela 19: Média das características dos arbustos para duas linhas da Petisqueira (III, IV).

Local	Sub linhas	% Coberto	Altura_h (m)	Volume (m3/ha)
Petisqueira III	-20	79,60	1,49	11822,00
Petisqueira III	-10	63,50	1,99	12615,00
Petisqueira III	-5	49,20	1,17	5753,50
Petisqueira III	-1	65,80	1,89	12428,50
Petisqueira III	0	97,70	1,78	17422,00
Petisqueira III	1	34,80	2,06	7178,00
Petisqueira III	5	33,70	1,51	5094,50
Petisqueira III	10	91,10	1,97	17905,00
Petisqueira III	20	3,40	0,84	284,00
Petisqueira III	40	7,40	0,88	652,50
Petisqueira IV	-20	22,90	1,43	3271,50
Petisqueira IV	-10	60,60	1,14	6918,00
Petisqueira IV	-5	25,30	0,57	1454,00
Petisqueira IV	-1	95,10	1,50	14227,50
Petisqueira IV	0	96,00	1,64	15698,00
Petisqueira IV	1	27,40	1,46	4013,00
Petisqueira IV	5	17,70	0,55	971,00
Petisqueira IV	10	22,90	1,81	4146,00
Petisqueira IV	20	25,70	0,93	2387,50
Petisqueira IV	40	20,50	1,63	3350,00

Tabela 20: Média das características das herbáceas para duas linhas da Petisqueira (III, IV).

Local	Linhas	% Coberto	Altura_h (m)	Volume (m3/ha)
Petisqueira III	-20	1,40	0,17	24,00
Petisqueira III	-10	0,60	0,38	22,50
Petisqueira III	-5	3,80	0,18	67,50
Petisqueira III	-1	1,60	0,22	34,50
Petisqueira III	0	1,10	0,21	23,50
Petisqueira III	1	0,50	0,20	10,00
Petisqueira III	5	0,30	0,12	3,50
Petisqueira III	10	0,30	0,05	1,50
Petisqueira III	20	1,50	0,24	36,50
Petisqueira III	40	0,20	0,50	10,00
Petisqueira IV	-20	32,90	0,15	491,00
Petisqueira IV	-10	18,80	0,15	275,50
Petisqueira IV	-5	20,70	0,14	326,00
Petisqueira IV	-1	22,60	0,15	329,00
Petisqueira IV	0	7,80	0,12	92,00
Petisqueira IV	1	5,20	0,14	73,50
Petisqueira IV	5	7,90	0,14	114,50
Petisqueira IV	10	5,50	0,14	77,00
Petisqueira IV	20	0,00	0,00	0,00
Petisqueira IV	40	2,20	0,10	22,00

Nota-se na maior parte das Tabelas apresentadas uma variação dos parâmetros ao longo das linhas de estudo.

Ainda se podem observar outras características como por exemplo regeneração natural e material morto encontrados nestes bosques e que também apresentam diferentes variações ao longo do gradiente exterior-interior (Anexo 2).

As figuras 15, 16, 17 e 18 traduzem as mesmas características anteriores mas neste caso apenas para o local da Petisqueira (Médias de 4 linhas de amostragem).

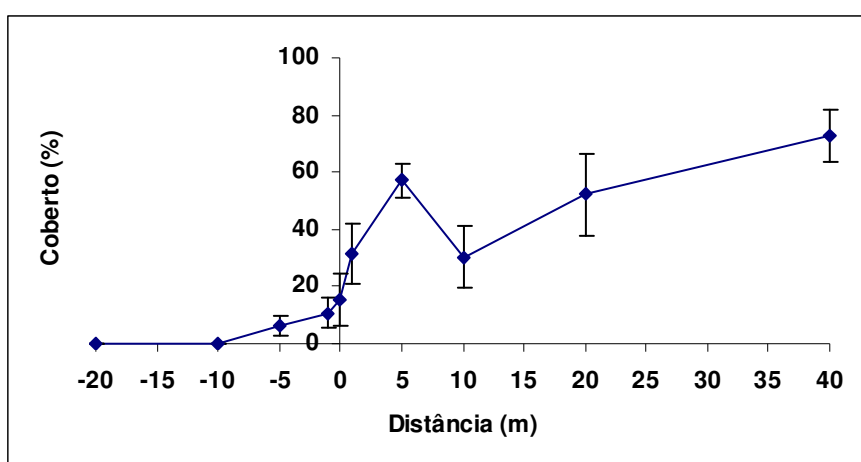


Figura 15: Valores médios ( $\pm$  erro padrão) da percentagem de coberto arbóreo (4 linhas de amostragem) do local Petisqueira. Distâncias negativas indicam áreas exteriores das manchas e distâncias positivas indicam áreas interiores das manchas.

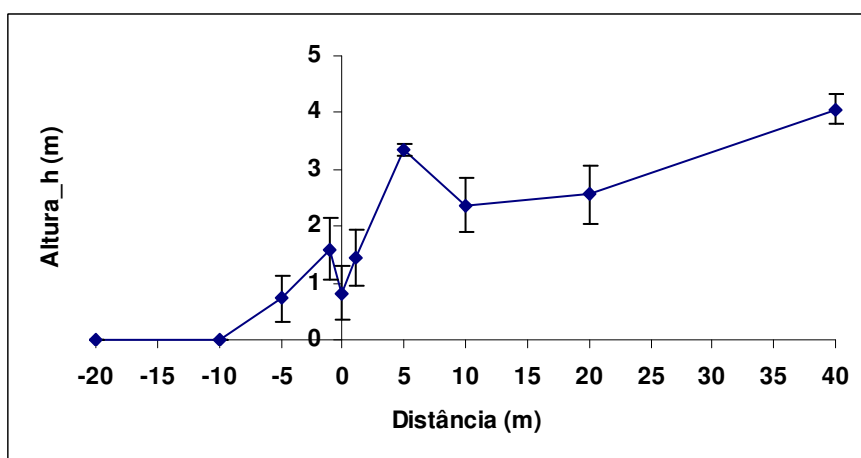


Figura 16: Valores médios ( $\pm$  erro padrão) da altura das árvores (4 linhas de amostragem) do local Petisqueira. Distâncias negativas indicam áreas exteriores das manchas e distâncias positivas indicam áreas interiores das manchas.

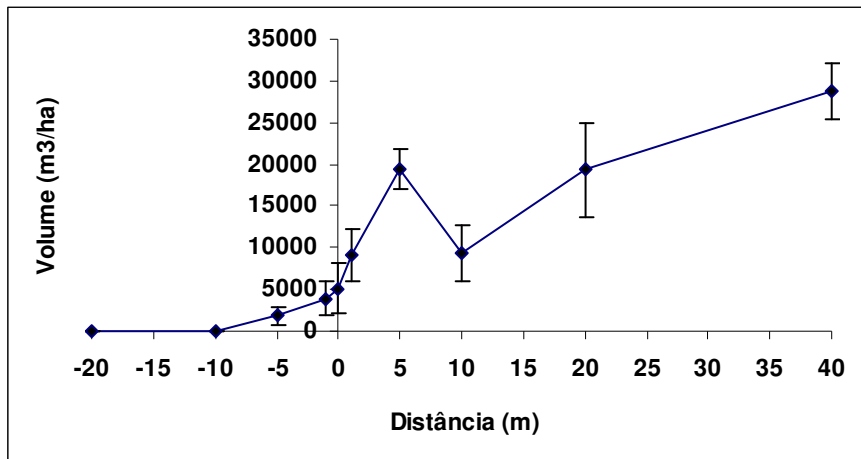


Figura 17: Valores médios ( $\pm$  erro padrão) do volume das árvores (4 linhas de amostragem) do local Petisqueira. Distâncias negativas indicam áreas exteriores das manchas e distâncias positivas indicam áreas interiores das manchas.

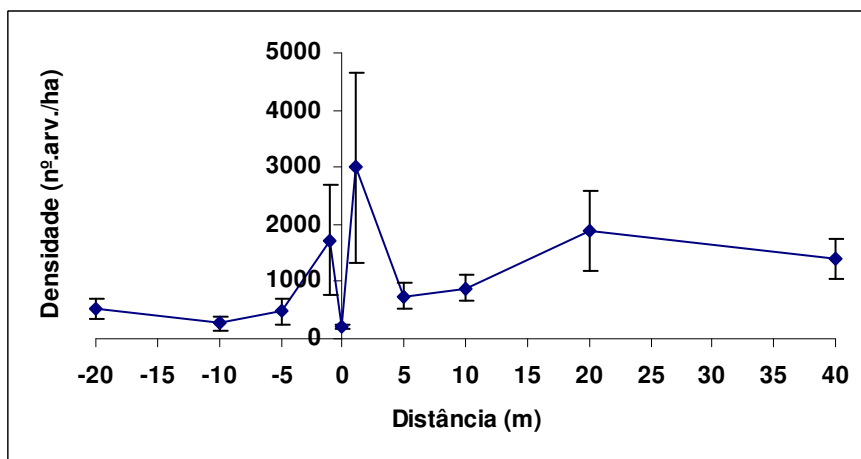


Figura 18: Valores médios ( $\pm$  erro padrão) da densidade (4 linhas de amostragem) do local Petisqueira. Distâncias negativas indicam áreas exteriores das manchas e distâncias positivas indicam áreas interiores das manchas.

## 4.2 Modelos de combustível

Depois de quantificados os parâmetros de entrada requeridos pelo sistema BEHAVE PLUS, obtiveram-se modelos de combustível específicos para cada ponto de amostragem num total de 120 (Anexo 3). Estes valores resultaram directamente do inventário de campo e das relações entre a superfície e o volume e dos poderes

caloríficos dos materiais em questão, entre outros parâmetros de combustível já anteriormente descritos.

As características do complexo combustível para cada um dos modelos criados, bem como a sua estrutura, podem ser consultados no anexo atrás referido. Acreditamos que os modelos específicos desenvolvidos reflectem o conjunto de condições, no que diz respeito ao combustível, que é possível encontrar nos bosques de azinhal, ao longo do gradiente exterior – interior dos bosques e ainda no exterior do mesmo.

#### 4.2.1 Variáveis de entrada

Nas Figuras 19, 20, 21, 22 e 23, observam-se a variação dos parâmetros estruturais consideradas no modelo de combustível ao longo do gradiente exterior-interior das manchas de azinhal.

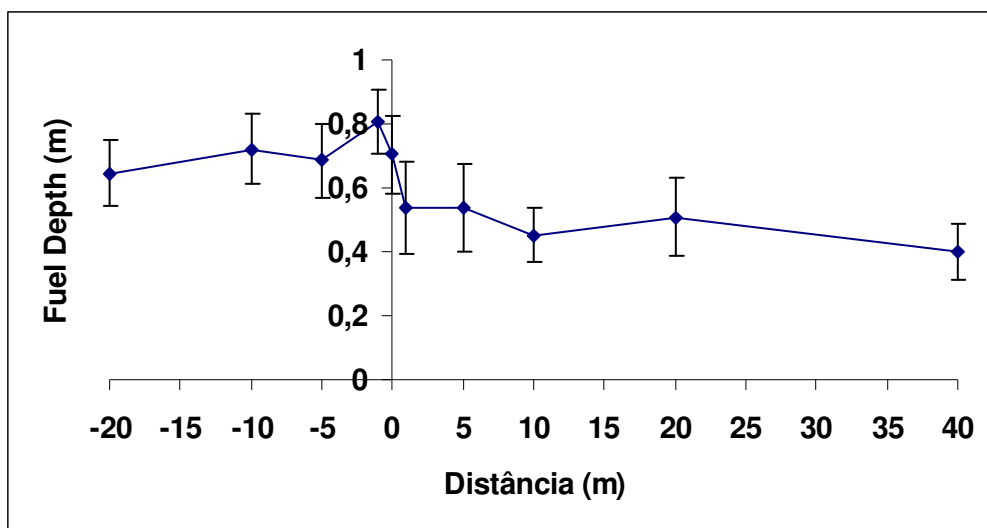


Figura 19: Variação da espessura do estrato combustível, em metros, ao longo do gradiente exterior – interior para as 12 linhas de amostragem. Valores médios  $\pm$  erro padrão.

Observa-se uma tendência de diminuição da espessura do estrato combustível (Fuel Depth) do exterior para o interior das manchas, o que poderá ser explicado pelo facto de à medida que se avança no bosque haver uma diminuição de material morto (Figura 19). Constatou-se que o interior dos bosques se encontrava relativamente mais limpo, em termos de combustíveis, do que o exterior.

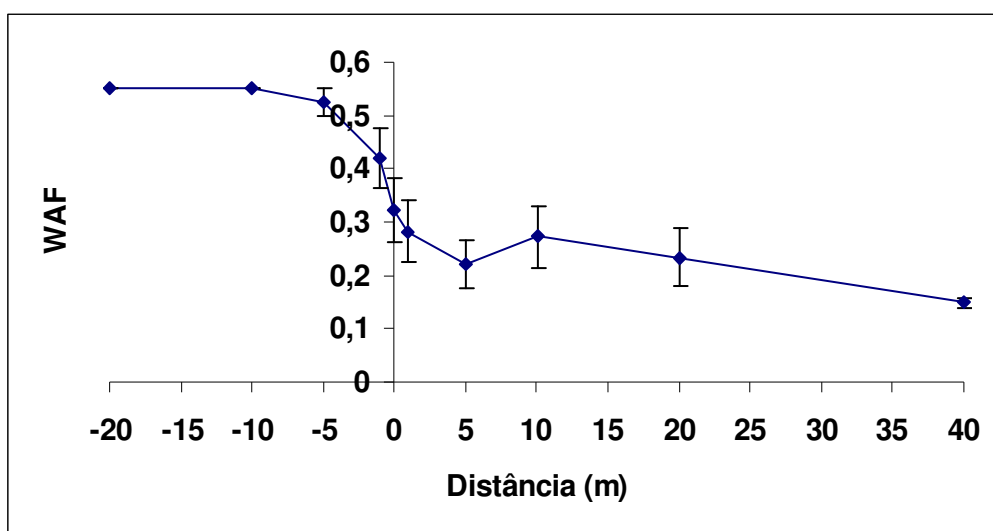


Figura 20: Variação do factor de ajustamento do vento (WAF-Wind Adjustment Factor) ao longo do gradiente exterior – interior para as 12 linhas de amostragem. Valores médios  $\pm$  erro padrão.

A Figura 20 mostra-nos uma diminuição do factor de ajustamento do vento (WAF-Wind Adjustment Factor) à medida que vamos entrando no bosque, resposta que parece ser normal pois pela Figura 21 observa-se um aumento da altura da base da copa.

O factor de ajustamento do vento diminui em situações com árvores mais abrigadas. A velocidade do vento é maior quanto maior for este valor. Verifica-se que o efeito do vento é brusco e que diminui ao entrar no bosque. Aqui a altura da vegetação também exerce influência, como se pode observar pelas Figuras 21, 22 e 23 que indicam um aumento da altura das árvores e do seu número por hectare.

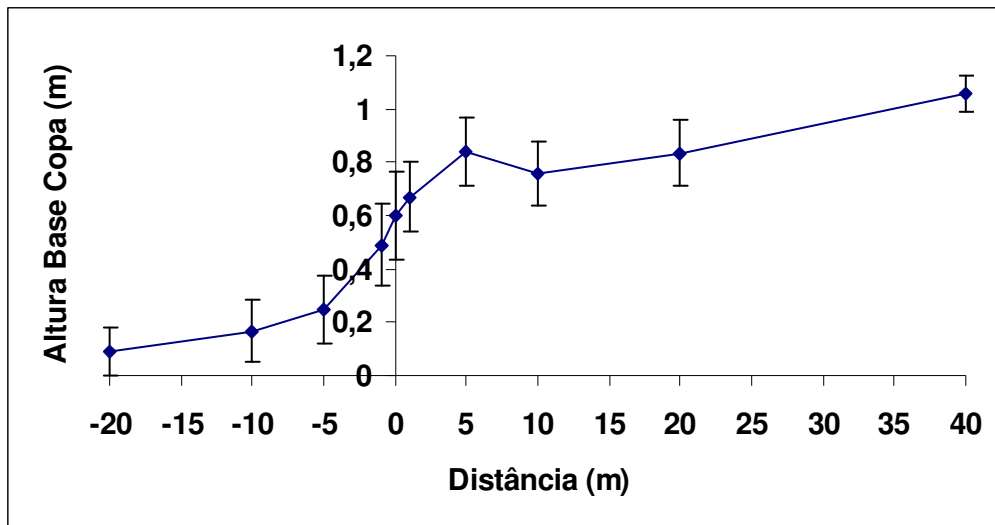


Figura 21: Variação da altura da base da copa das árvores ao longo do gradiente exterior – interior para as 12 linhas de amostragem. Valores médios  $\pm$  erro padrão.

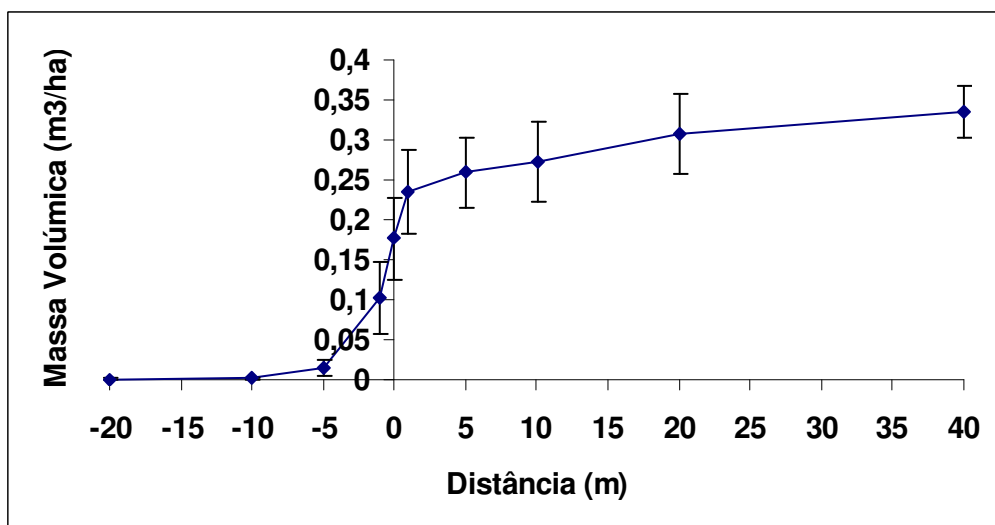


Figura 22: Variação da massa volúmica das árvores ao longo do gradiente exterior – interior para as 12 linhas de amostragem. Valores médios  $\pm$  erro padrão.

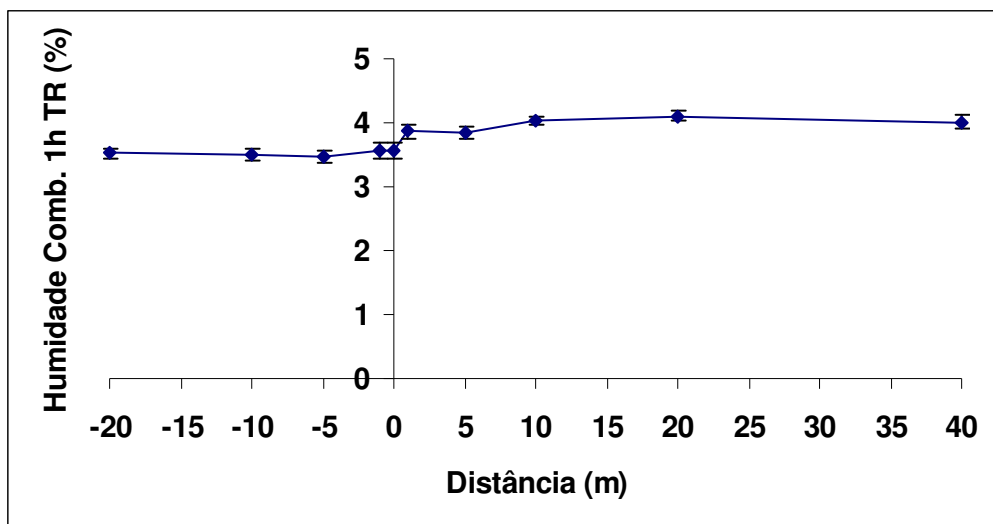


Figura 23: Variação da umidade de combustíveis com 1h TR ao longo do gradiente exterior – interior para as 12 linhas de amostragem. Valores médios  $\pm$  erro padrão.

Pela Figura 23 pode-se observar um aumento da umidade de combustíveis à medida que avançamos no gradiente exterior-interior.

#### 4.2.2 Modelos de combustível para o azinhal

As tabelas 21 e 22 mostram os parâmetros requeridos pelo sistema BehavePlus que caracterizam a estrutura e cargas de combustível para cada local no ponto de amostragem dos 40 metros. Para a construção do modelo de combustível para o azinhal utilizaram-se as características médias dos combustíveis no ponto de amostragem mais interior das linhas (40m), quantificadas em todos os locais.

Tabela 21: Parâmetros de entrada do sistema BehavePlus que caracterizam a estrutura do azinhal.

<b>Local</b>	<b>Ponto</b>	<b>Fuel depth (m)</b>	<b>Fact.Aj. Vento</b>	<b>Alt.BaseCopa (m)</b>	<b>arv_M VOL (kg/m3)</b>	<b>Hcomb.1h TR</b>
<b>Lab I</b>	40m	1,06	0,25	0,57	0,10	3,00
<b>Lab II</b>	40m	0,02	0,12	1,30	0,45	4,30
<b>Petisq I</b>	40m	0,26	0,17	0,96	0,23	3,70
<b>Petisq II</b>	40m	0,36	0,17	1,30	0,18	3,90
<b>Petisq III</b>	40m	0,05	0,12	1,20	0,45	4,30
<b>Petisq IV</b>	40m	0,04	0,12	1,00	0,45	4,30
<b>Moinho I</b>	40m	0,31	0,13	0,88	0,41	4,30
<b>Moinho II</b>	40m	0,48	0,14	1,23	0,32	4,00
<b>Aldeia I</b>	40m	0,48	0,12	0,88	0,45	4,30
<b>Aldeia II</b>	40m	0,53	0,15	0,88	0,34	4,10
<b>Deilão I</b>	40m	0,73	0,15	1,20	0,31	3,90
<b>Deilão II</b>	40m	0,49	0,14	1,30	0,33	4,00
<b>Média</b>	<b>40m</b>	<b>0,40</b>	<b>0,15</b>	<b>1,06</b>	<b>0,33</b>	<b>4,01</b>

**Fuel depth (m)** - Espessura do estrato combustível, em metros; **Fact.Aj.Vento (WAF)** - Wind Adjustment factor; **Alt.BaseCopa (m)** - altura da base da copa das árvores, em metros; **arv\_M VOL (kg/m3)** - Massa volúmica das árvores e arbustos, valores obtidos em Fernandes, P.M., Ruivo, L.M., Gonçalves, P.C., Rego, F.C., Silveira, S.C. 2000; **Hcomb.1h TR (%)** - Humidade de combustíveis com 1h TR, referente ao azinhal, valor obtido com o programa FIRE2 do BEHAVE.

Tabela 22: Parâmetros de entrada do sistema BehavePlus que caracterizam o combustível/vegetação, superfície/sub coberto.

Local	Ponto	W1hr	W10hr	W <6 vivo	SVR vivos	SVR 1hr	PCI vivos	PCI 1hr
Lab I	40m	3,66	2,67	7,35	3628,92	3716,66	20296,23	20454,79
Lab II	40m	9,74	2,20	8,82	4400,47	3745,68	21035,33	19918,90
Petisq I	40m	2,99	0,12	3,12	5784,57	3796,37	22562,76	19897,32
Petisq II	40m	3,05	0,19	3,64	5919,33	3937,04	22542,36	20049,59
Petisq III	40m	5,57	0,02	7,49	3138,50	3400,52	19563,38	19517,44
Petisq IV	40m	6,28	0,01	0,47	3431,80	3499,53	20164,79	19504,63
Moinho I	40m	7,83	0,04	6,91	3380,62	3488,21	19512,94	19501,28
Moinho II	40m	7,97	1,50	8,50	4145,84	3799,13	21075,40	20290,43
Aldeia I	40m	12,28	0,33	8,35	3738,33	3537,96	19976,37	19575,87
Aldeia II	40m	8,83	0,12	10,79	3546,20	3507,77	19806,99	19551,60
Deilão I	40m	9,72	1,27	9,69	3514,48	3506,73	20427,28	19931,38
Deilão II	40m	8,42	0,69	7,69	3304,11	3423,99	19838,48	19631,33
<b>Média</b>	<b>40m</b>	<b>7,20</b>	<b>0,76</b>	<b>6,90</b>	<b>3994,43</b>	<b>3613,30</b>	<b>20566,86</b>	<b>19818,71</b>

**W1hr** - Carga de combustível com 1h TR (tempo de retardação) em ton/ha (Fernandes, P.M., Ruivo, L.M., Gonçalves, P.C., Rego, F.C., Silveira, S.C. 2000); **W10hr** - Carga de combustível com 10h TR (tempo de retardação) em ton/ha (Fernandes, P.M., Ruivo, L.M., Gonçalves, P.C., Rego, F.C., Silveira, S.C. 2000); **W<6 vivo** - Carga de combustível arbustivo vivo, com diâmetro inferior a 6mm, em ton/ha; **SVR vivos** - Relação Superfície-Volume para combustíveis lenhosos vivos em m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>, estes valores resultam de uma relação ponderada de acordo com cada espécie (Cohen, Mathilde; Cuiñas, Pedro; Diez, Cármen; Fernandes, Paulo; Guijarro, Mercedes; Moro, Claude. 2001); **SVR 1hr** - Relação Superfície-Volume para combustíveis com 1h TR em m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>, estes valores resultam de uma relação ponderada de acordo com cada espécie (Cohen, Mathilde; Cuiñas, Pedro; Diez, Cármen; Fernandes, Paulo; Guijarro, Mercedes; Moro, Claude. 2001); **PCI vivos** - Poder Calorífico do combustível vivo em kj/kg, estes valores resultam de uma relação ponderada de acordo com cada espécie (Cohen, Mathilde; Cuiñas, Pedro; Diez, Cármen; Fernandes, Paulo; Guijarro, Mercedes; Moro, Claude. 2001); **PCI 1hr** - Poder Calorífico do combustível morto de 1h TR em kj/kg, estes valores resultam de uma relação ponderada de acordo com cada espécie (Cohen, Mathilde; Cuiñas, Pedro; Diez, Cármen; Fernandes, Paulo; Guijarro, Mercedes; Moro, Claude. 2001).

### **4.3 Comportamento do fogo ao longo do gradiente exterior-interior dos azinhais**

Simulou-se o comportamento do fogo em BehavePlus em cada ponto de amostragem tendo como base a variação da estrutura da vegetação e dos combustíveis ao longo das orlas expressos pelos modelos de combustível estabelecidos. As figuras seguintes representam as médias dos resultados das simulações do comportamento do fogo relativos às 12 linhas de amostragem perpendiculares à orla e calculadas para os 10 pontos de amostragem (-20 a 40) que as compunham (Figuras 24, 25 e 26). Podemos observar a variação de comportamento entre a zona de mato (exterior) e a zona do interior do azinhal. É visível uma diminuição em todas as variáveis em que se expressa o comportamento do fogo à medida que vamos entrando no interior do bosque. Assim, verifica-se que em termos médios, a velocidade de propagação, a intensidade da frente da chama e o comprimento da chama, respectivamente, sofrem uma diminuição acentuada dos seus valores, o que pode levar à diminuição do incêndio quando encontra este tipo de estrutura. A intensidade da frente de chama parece ser a variável que menos se altera com a distância à orla (Figura 25).

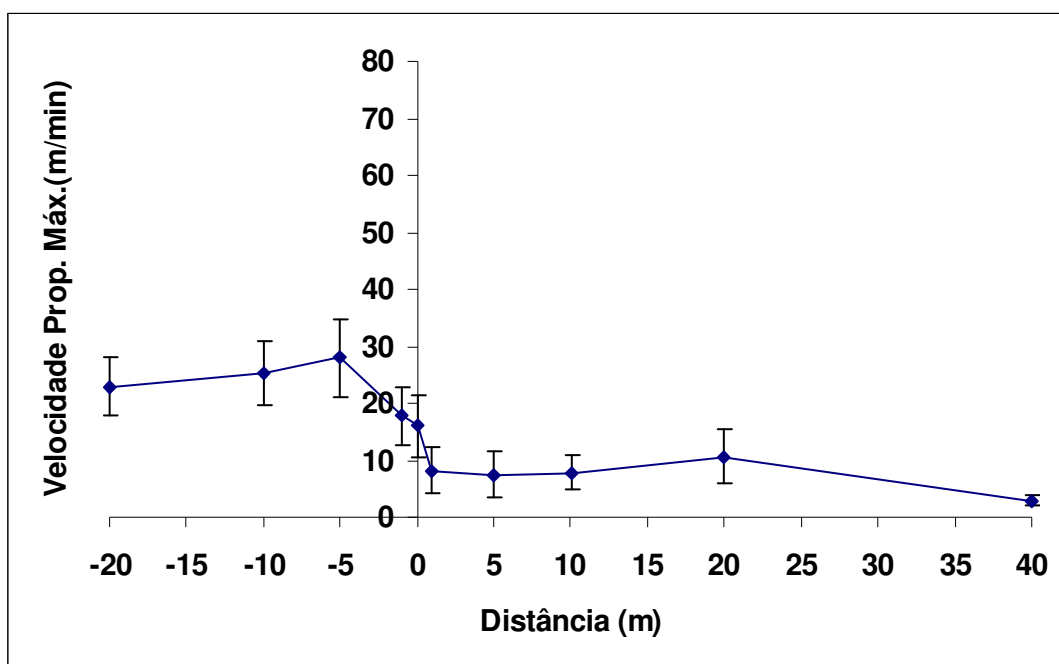


Figura 24: Resultados globais da velocidade de propagação máxima ao longo do gradiente exterior – interior. Valores médios  $\pm$  erro padrão.

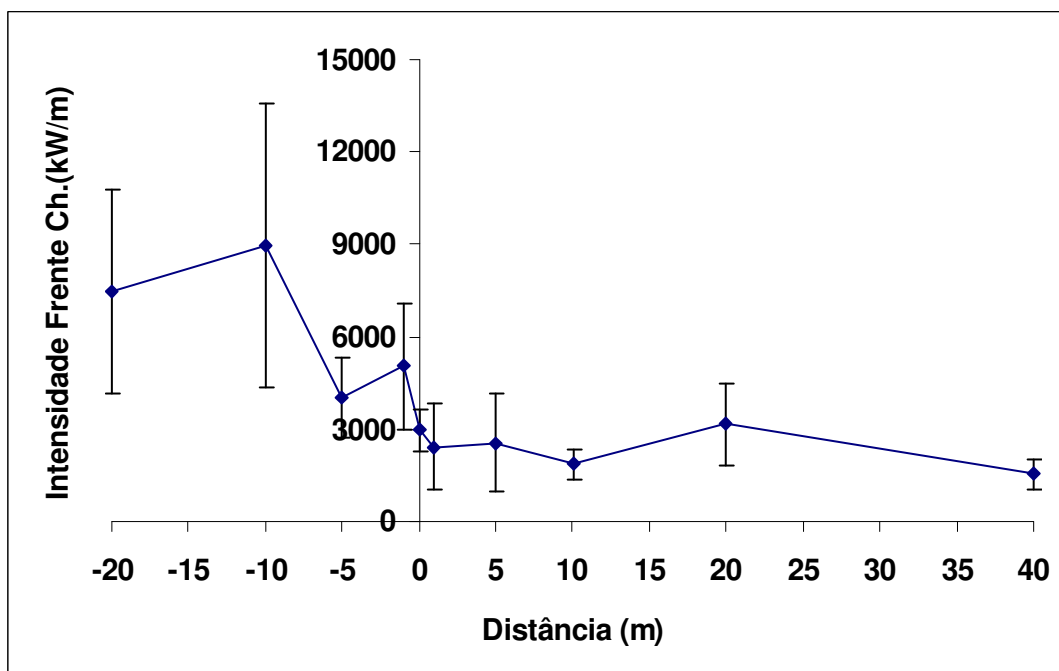


Figura 25: Resultados globais da intensidade da frente de chamas ao longo do gradiente exterior – interior. Valores médios  $\pm$  erro padrão.

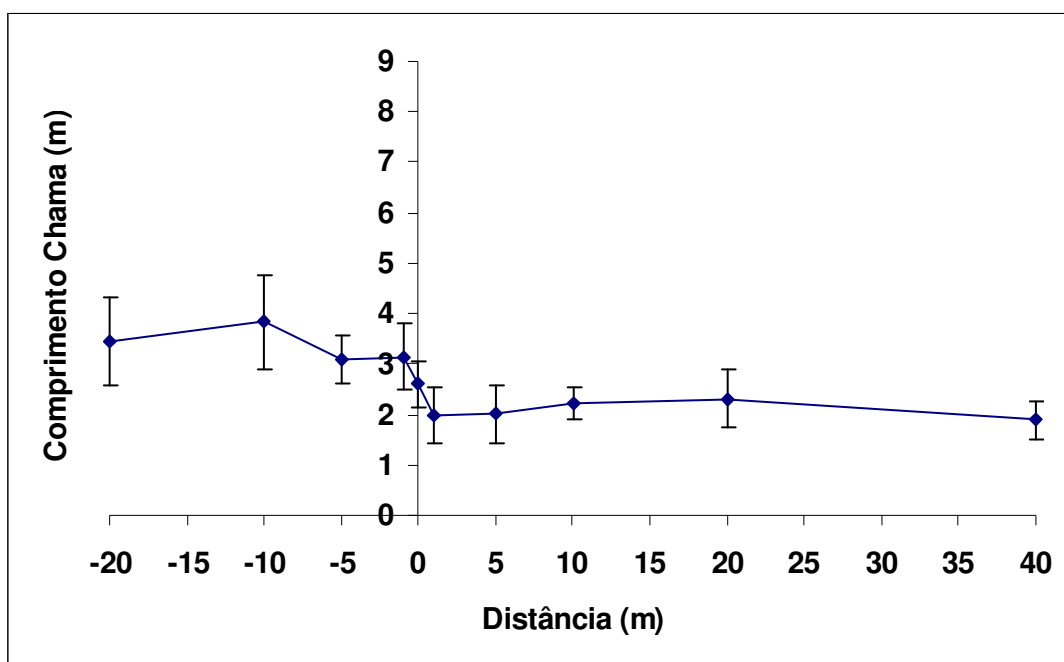


Figura 26: Resultados globais do comprimento da chama ao longo do gradiente exterior – interior. Valores médios  $\pm$  erro padrão.

As figuras seguintes (27 a 38) representam a variação dos parâmetros de comportamento do fogo em função do gradiente exterior-interior do azinhal mas agora tendo em conta o tempo decorrido desde o último incêndio na área de contacto com o azinhal. As 12 linhas de amostragem foram agrupadas em 4 classes de acordo com o número de anos que passaram desde o último incêndio que teve contacto com o azinhal (2, 5, 7 e 27 anos).

A frequência com que o fogo ocorre poderá também ser um factor importante e influenciável na propagação do incêndio uma vez que se verifica um aumento das variáveis de saída com o aumento do número de anos decorridos após o último incêndio no exterior dos locais.

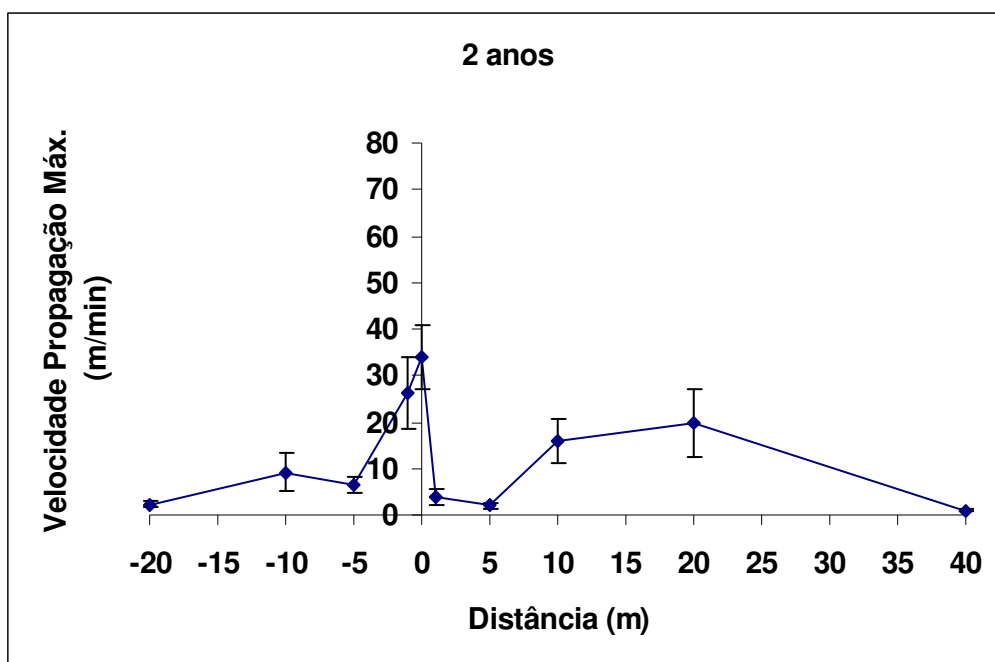


Figura 27: Velocidade de propagação máxima do fogo ao longo das orlas, depois de decorridos 2 anos desde a última ocorrência de fogo no local. Valores médios  $\pm$  erro padrão.

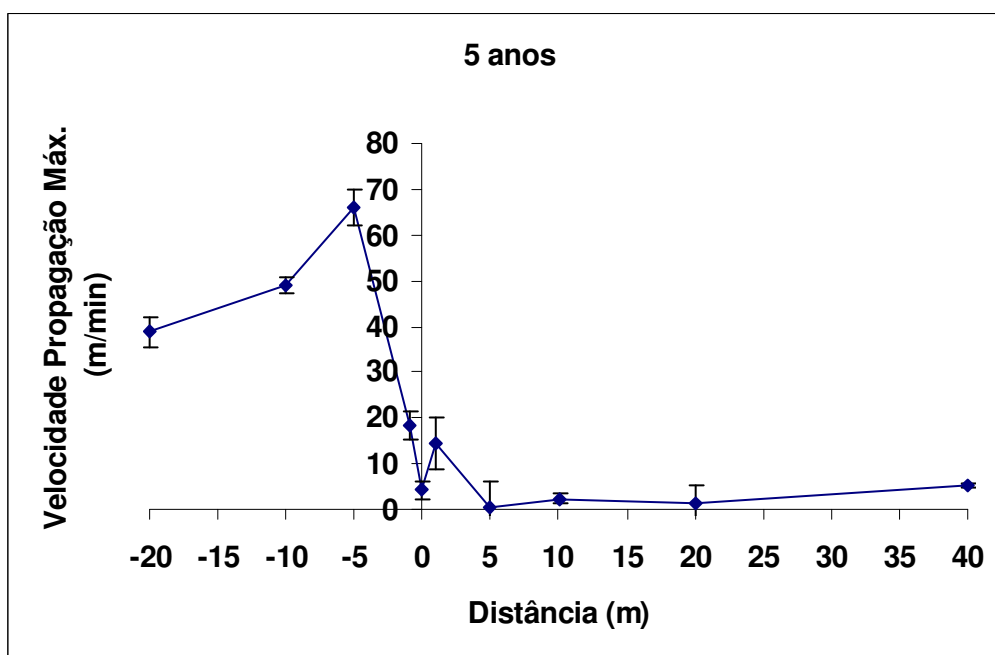


Figura 28: Velocidade de propagação máxima do fogo ao longo das orlas, depois de decorridos 5 anos desde a última ocorrência de fogo no local. Valores médios  $\pm$  erro padrão.

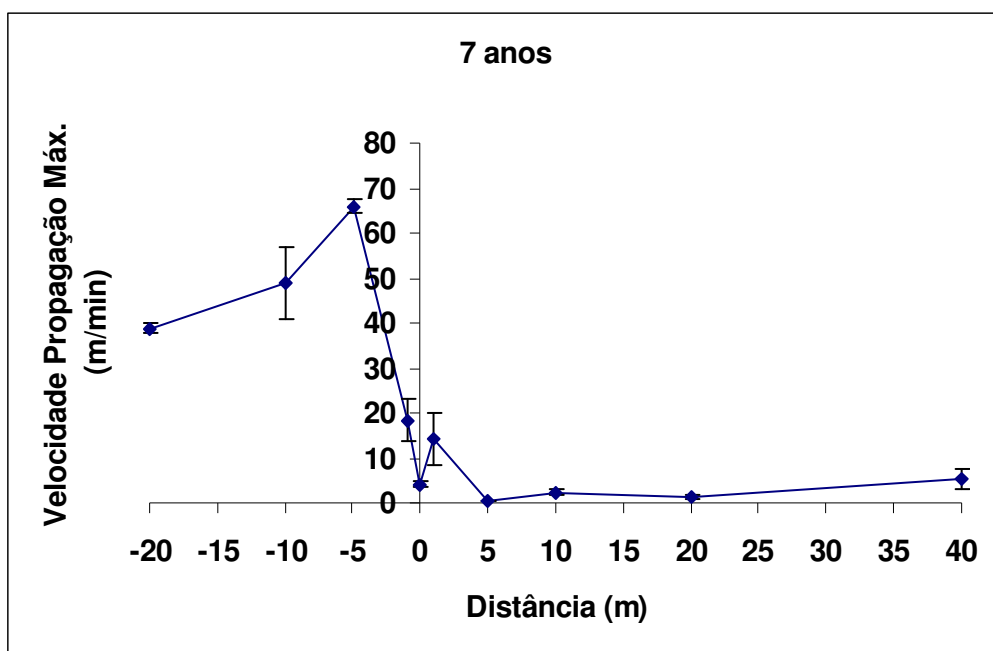


Figura 29: Velocidade de propagação máxima do fogo ao longo das orlas, depois de decorridos 7 anos desde a última ocorrência de fogo no local. Valores médios  $\pm$  erro padrão.

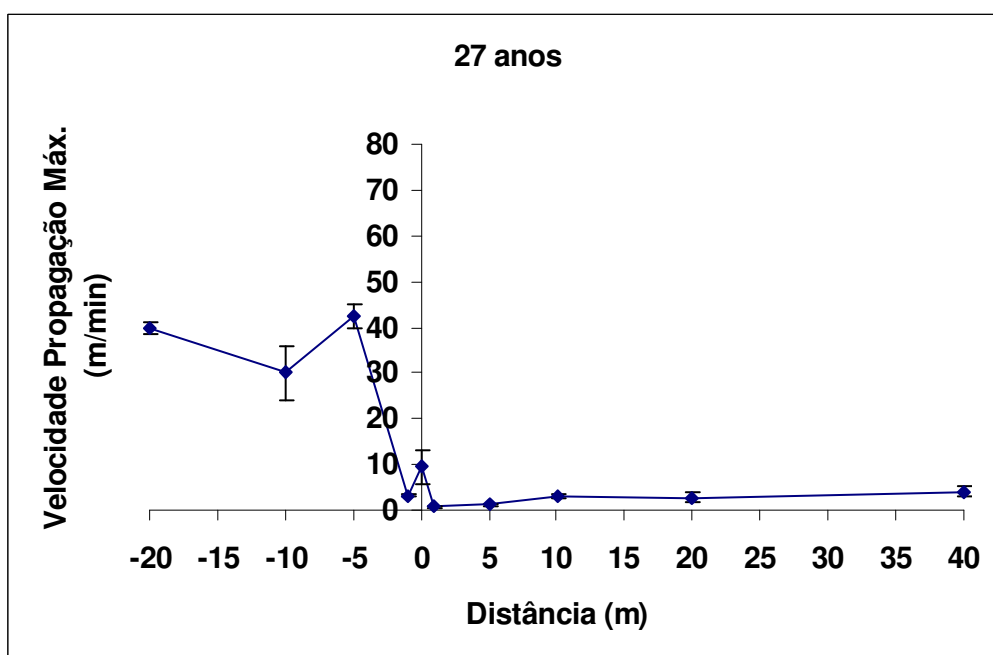


Figura 30: Velocidade de propagação máxima do fogo ao longo das orlas, depois de decorridos 27 anos desde a última ocorrência de fogo no local. Valores médios  $\pm$  erro padrão.

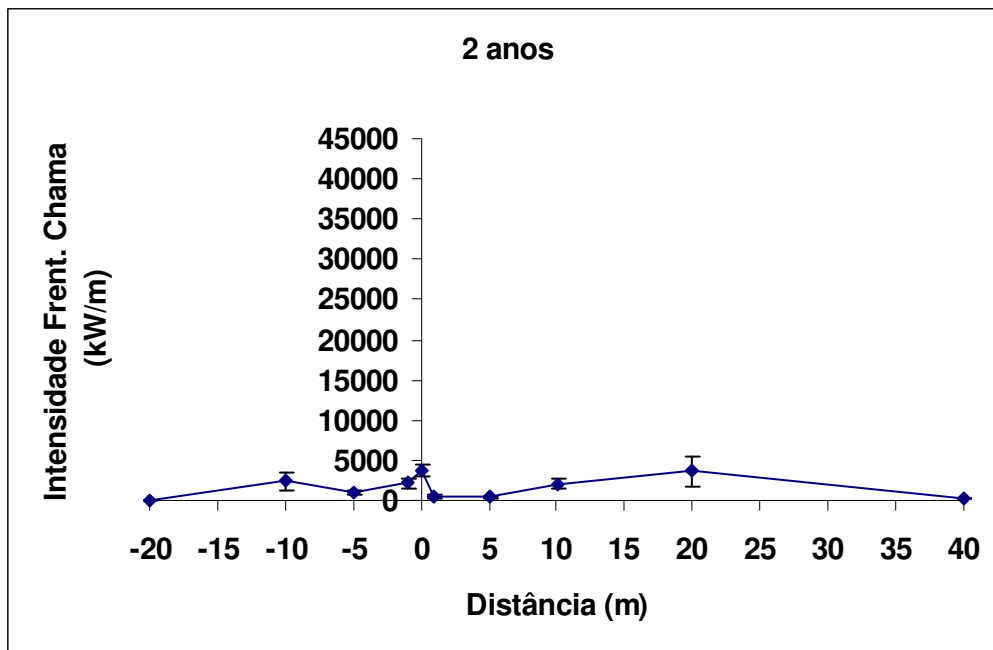


Figura 31: Intensidade da frente de chamas ao longo das orlas, depois de decorridos 2 anos desde a última ocorrência de fogo no local. Valores médios  $\pm$  erro padrão.

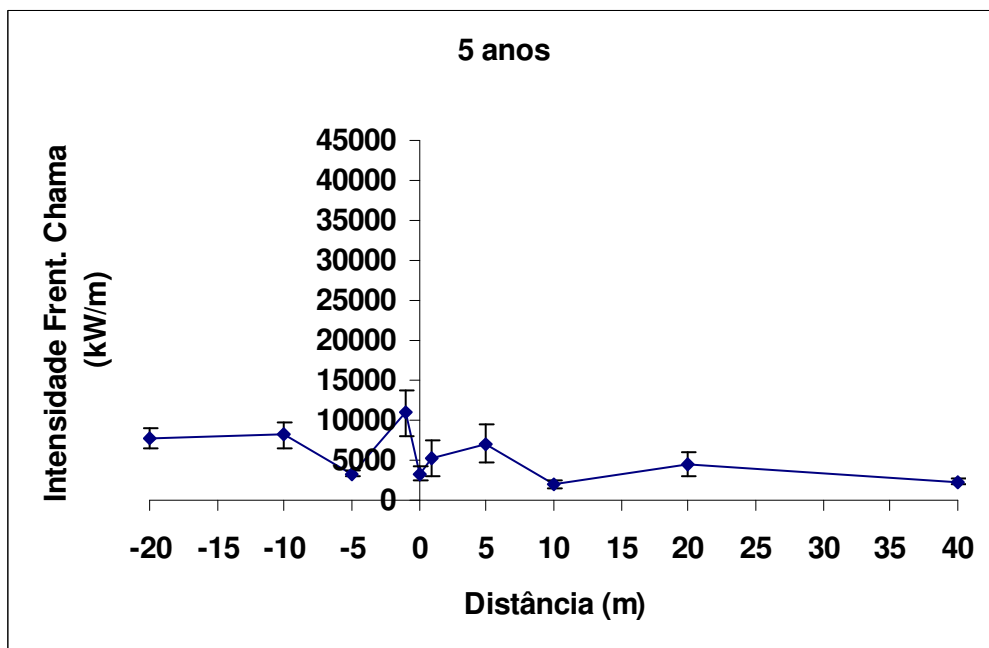


Figura 32: Intensidade da frente de chamas ao longo das orlas, depois de decorridos 5 anos desde a última ocorrência de fogo no local. Valores médios  $\pm$  erro padrão.

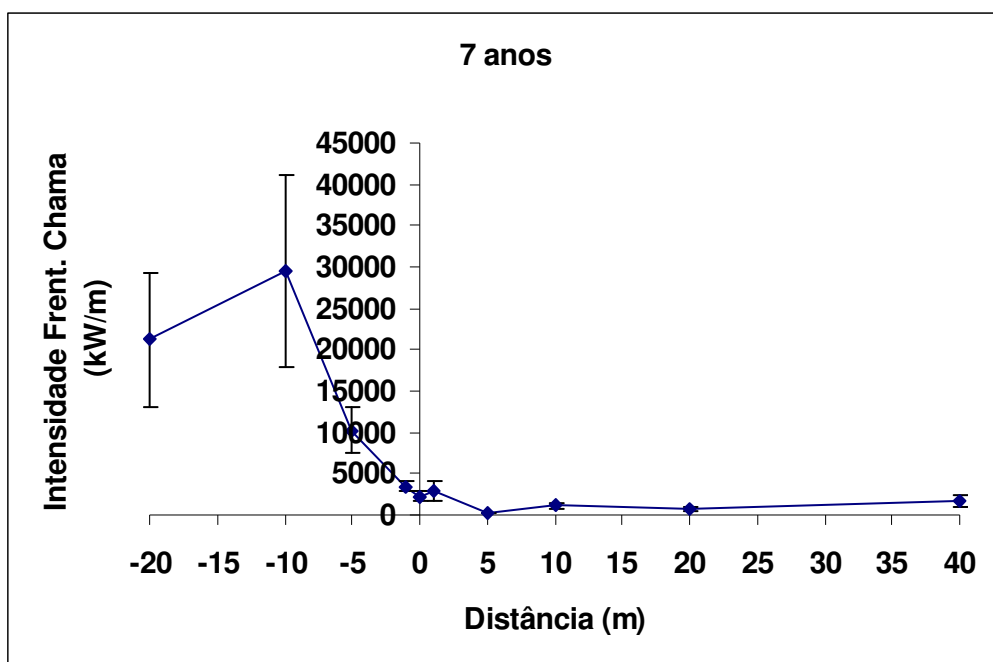


Figura 33: Intensidade da frente de chamas ao longo das orlas, depois de decorridos 7 anos desde a última ocorrência de fogo no local. Valores médios  $\pm$  erro padrão.

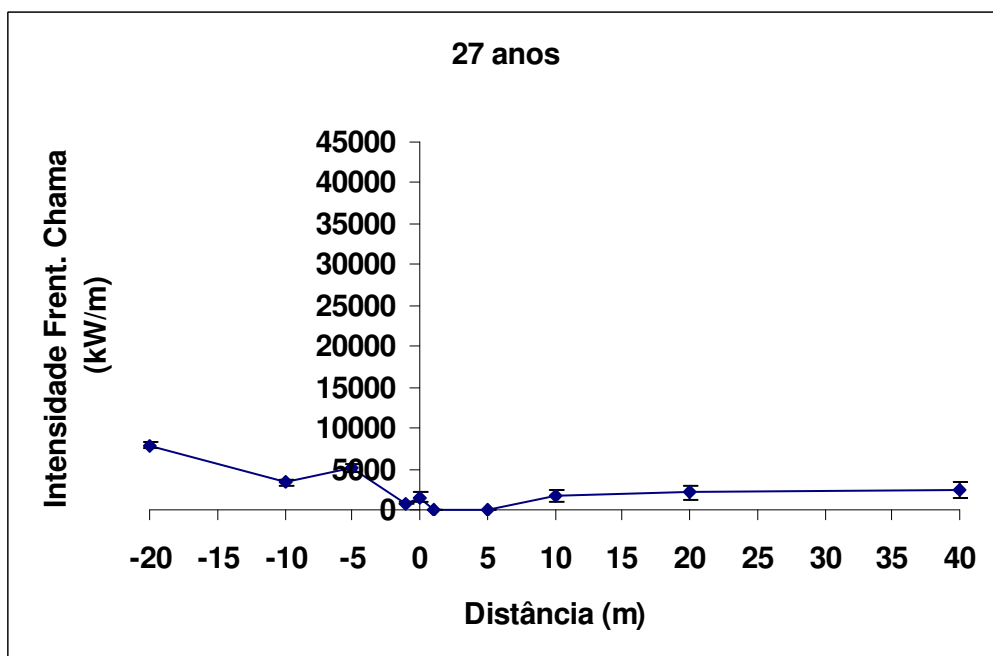


Figura 34: Intensidade da frente de chamas ao longo das orlas, depois de decorridos 27 anos desde a última ocorrência de fogo no local. Valores médios  $\pm$  erro padrão.

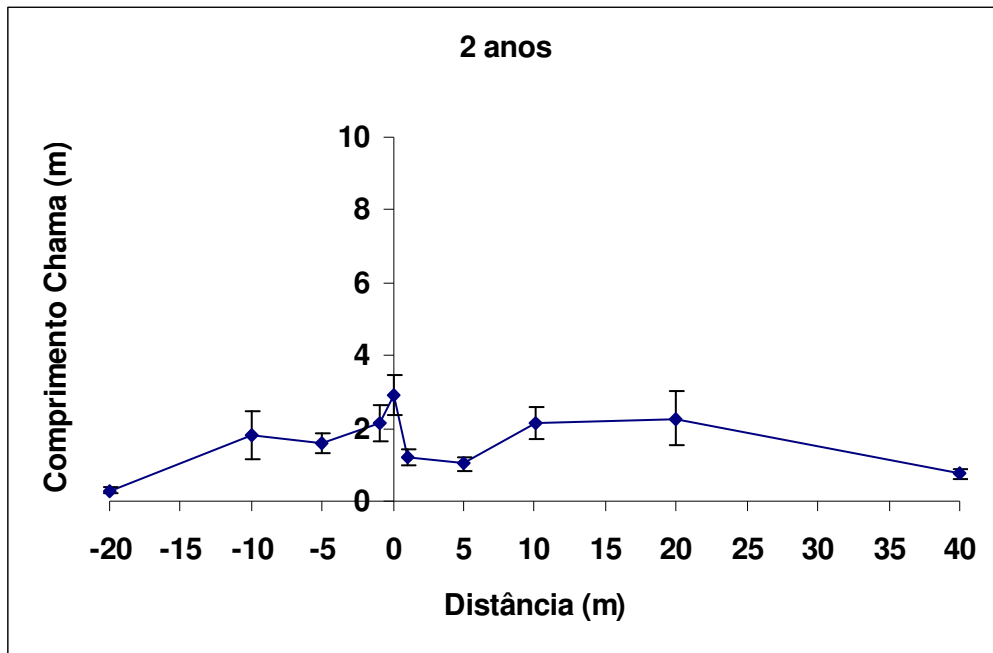


Figura 35: Comprimento da chama ao longo das orlas, depois de decorridos 2 anos desde a última ocorrência de fogo no local. Valores médios  $\pm$  erro padrão.

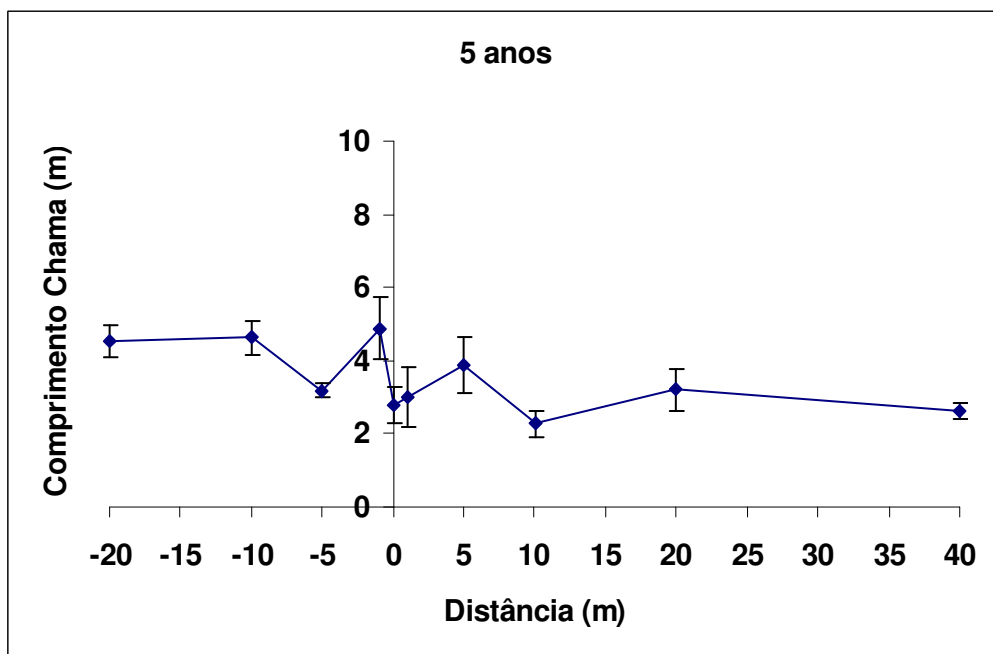


Figura 36: Comprimento da chama ao longo das orlas, depois de decorridos 5 anos desde a última ocorrência de fogo no local. Valores médios  $\pm$  erro padrão.

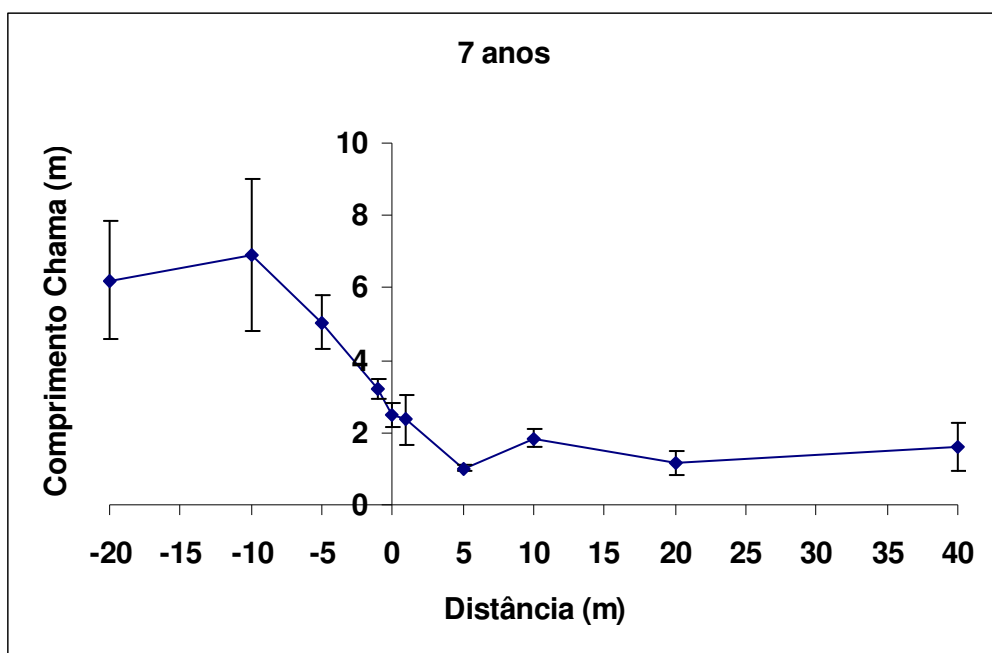


Figura 37: Comprimento da chama ao longo das orlas, depois de decorridos 7 anos desde a última ocorrência de fogo no local. Valores médios  $\pm$  erro padrão.

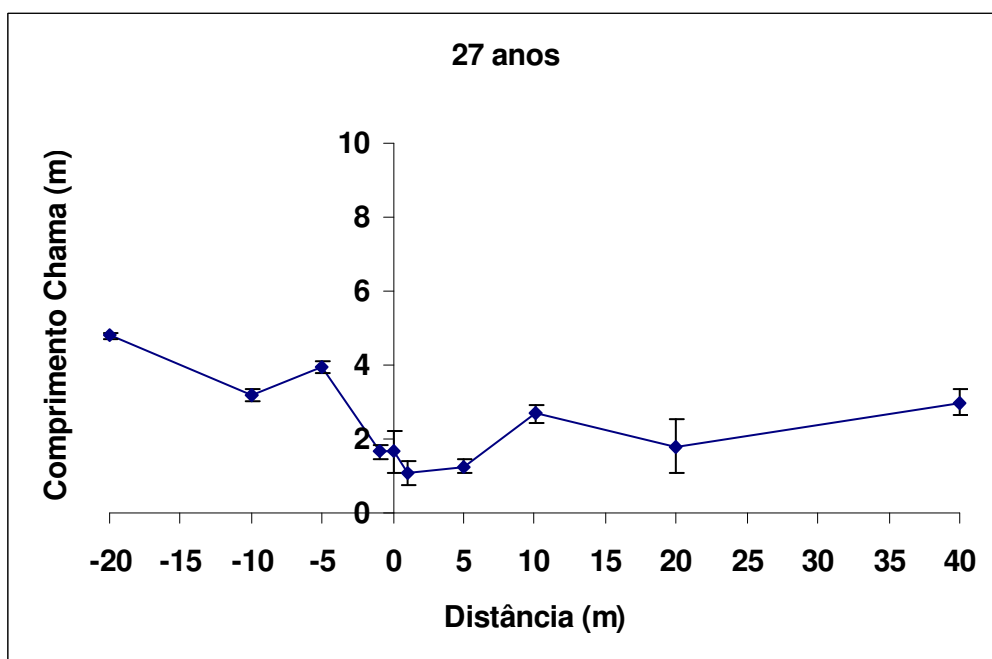


Figura 38: Comprimento da chama ao longo das orlas, depois de decorridos 27 anos desde a última ocorrência de fogo no local. Valores médios  $\pm$  erro padrão.

É de notar uma diminuição acentuada da intensidade e da progressão do fogo ao longo do gradiente que parece resultar de alterações estruturais nestes ecótonos. À medida que vai aumentando o número de anos desde a última ocorrência de incêndio, verifica-se uma diminuição brusca destas variáveis, principalmente quanto mais antigos os bosques de azinhal.

A alteração do comportamento do fogo nas orlas parece indicar a possibilidade de o fogo se extinguir naturalmente quando entra em contacto com os azinhais. Estas alterações do comportamento do fogo parecem estar associadas a alterações da estrutura destas orlas, não obstante outros factores poderão igualmente contribuir para este fenómeno.

Apesar dos resultados, verificou-se durante o trabalho de campo que os azinhais ardem, podendo somente serem mais resistentes quando reúnem determinadas condições. Se todos os azinhais, nestas condições, resistiram ao fogo, então poderá ser a sua distribuição a indicar as condições mais favoráveis à resistência dos azinhais.

A Tabela 9 mostra o resultado do comportamento do fogo utilizando a média de dos valores obtidos para o ponto de amostragem dos 40m. Podemos avaliar a magnitude velocidade de propagação do fogo segundo a classificação de Botelho e Ventura (1988): Lenta (<2m/min), Média (2-10m/min) e Alta (10-70m/min). Observamos aqui, como resultado médio, uma velocidade de propagação máxima de 4,30m/min considerada média. No entanto, em muitas linhas os valores observados são muito inferiores à média ou mesmo próximos e zero.

Como as dificuldades de controlo de um incêndio florestal são consequência dos parâmetros intensidade da frente da chama e comprimento da chama, definem-se quatro

classes distintas, segundo a resistência que oferecem à supressão (Andrews e Rothermel, 1982; Rothermel e Rinehart, 1983; Barreto, 1985; Salazar, 1985):

- Comprimento da chama  $<1,2\text{m}$  e Intensidade da frente da chama  $<346\text{kW/m}$ , uma linha aberta normalmente contém o fogo;

- Comprimento da chama entre  $1,2\text{-}2,4\text{m}$  e Intensidade da frente da chama entre  $346\text{-}1739\text{kW/m}$ , não se pode confiar numa linha para conter o fogo;

- Comprimento da chama entre  $2,4\text{-}3,3\text{m}$  e Intensidade da frente da chama entre  $1739\text{-}3459\text{kW/m}$ , controlo de frente é provavelmente impossível;

- Comprimento da chama  $> 3,3\text{m}$  e Intensidade da frente da chama  $> 3459\text{kW/m}$ , controlo frontal é impossível.

As variáveis comprimento da chama e intensidade da frente da chama apresentam aqui valores médios considerados altos, bastante resistentes à supressão do fogo. Contudo muitos locais apresentam valores bastante baixos para esta variável.

Tabela 23: Parâmetros de saída que caracterizam o comportamento do fogo como resultado dos modelos desenvolvidos, para a orla.

Local	Ponto	Velocidade prop.máx. (m/min)	Intensidade fren.cham. (kW/m)	Comprim. chama (m)	Transition to Crown Fire	Fire Type
Labiados I	40m	10,60	3321,00	3,20	yes	torching
Labiados II	40m	0,00	0,00	0,00	no	surface
Petisqueira I	40m	0,90	181,00	0,80	yes	crowning
Petisqueira II	40m	2,80	561,00	1,40	yes	crowning
Petisqueira III	40m	0,10	16,00	0,30	no	surface
Petisqueira IV	40m	0,30	58,00	0,50	no	surface
Moinho I	40m	1,10	694,00	1,60	yes	crowning
Moinho II	40m	3,80	2480,00	2,80	yes	crowning
Aldeia I	40m	4,30	3851,00	3,50	yes	crowning
Aldeia II	40m	2,60	2127,00	2,60	yes	crowning
Deilão I	40m	6,40	5024,00	3,90	yes	crowning
Deilão II	40	1,90	2,10	2,10	yes	crowning
<b>Modelo Médio</b>	<b>40m</b>	<b>4,30</b>	<b>2472,00</b>	<b>2,80</b>	<b>yes</b>	<b>crowning</b>

A utilização conjunta destes critérios permite-nos interpretar os modelos desenvolvidos e prever o seu comportamento perante um incêndio (Anexo 4).

De referir que o sistema BehavePlus também deu como variáveis de saída a transição para fogo de copas (Transition to Crown Fire) e o tipo de fogo (Fire Type), que poderá ser interessante para futuros estudos. Como definição destas duas variáveis temos, para o tipo de fogo três categorias, Surface, Torching (passive crown fire), ou Crowning (active crown fire). Para a transição para fogo de copas (Transition to Crown Fire) unicamente nos permite saber se passa ou não para este tipo de fogo.

As Figuras 39, 40 e 41 mostram o resultado da simulação, em BehavePlus, dos modelos criados para cada local no ponto mais interior dos bosques.

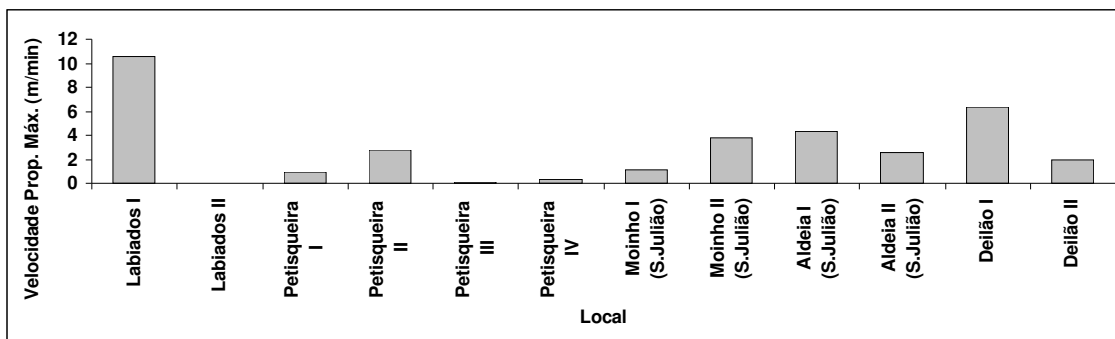


Figura 39: Resultado da simulação para a velocidade de propagação máxima do fogo nos diferentes locais para o azinhal na orla dos 40 metros.

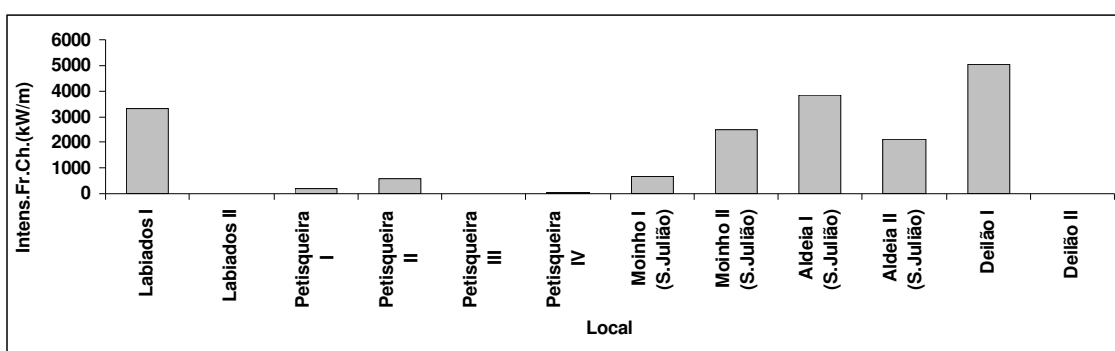


Figura 40: Resultado da simulação para a intensidade da frente da chama nos diferentes locais para o azinhal na orla dos 40 metros.

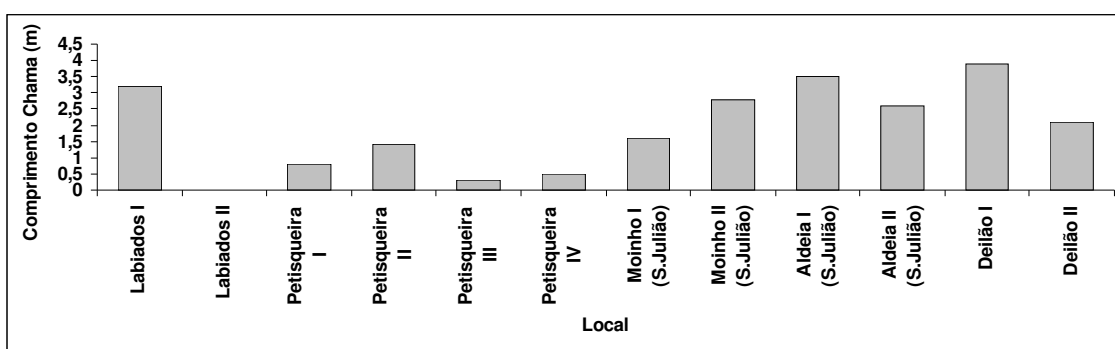


Figura 41: Resultado da simulação para o comprimento da chama nos diferentes locais para o azinhal na orla dos 40 metros.

Entre locais parece haver diferença de comportamento do fogo, o que também poderá dever-se à diferente estrutura dos bosques. No entanto seria necessário uma análise estatística para tal confirmação.

## 5. Conclusões

Neste trabalho foi possível criar um modelo para o interior do azinhal. Além disso, com base na avaliação da estrutura da vegetação e em simulações do comportamento do fogo em BEHAVEPLUS foi possível concluir que:

- Há variações estruturais do bosque ao longo do gradiente exterior-interior dos bosques de azinhal ao nível da vegetação arbórea, arbustiva e herbácea;
- Há variações na distribuição dos combustíveis ao longo do mesmo gradiente com uma redução no sentido do interior;
- Há variações nas variáveis que descrevem o comportamento do fogo ao longo do gradiente exterior – interior do bosque;
- No exterior do bosque há variações nas variáveis que descrevem o comportamento do fogo entre formações vegetais com diferentes idades.

As variações observadas poderão contribuir para explicar o fenómeno de extinção do fogo em contacto com azinhais o que deverá ser investigado no futuro de forma mais profunda e com metodologias de diferentes naturezas.

## 6. Bibliografia

- Agee, J. K. e Skinner, C. N. 2005.** Basic Principles of Forest Fuel Reduction Treatments. *Forest Ecology Management* **211**: 83-96.
- Aguiar, C. F. G. 1998.** *Flora e vegetação*. Em: J. Azevedo, *Parque Natural de Montesinho*. João Azevedo Editor, Mirandela.
- Aguiar, C. F. G. 2001.** *Flora e vegetação da Serra da Nogueira e do Parque Natural de Montesinho*. Tese de doutoramento em engenharia agrónómica. Instituto Superior de Agronomia – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 659 pp.
- Albini, F. A. 1976.** *Computer-based models of fire behaviour: a user's manual*. United States Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station (Ogden, Utah). 68pp.
- Alves, A. A. M. 1982.** *Técnicas de produção florestal. Fundamentos, Tipificação e Métodos*. Instituto Nacional de Investigação Científica. Lisboa.
- Amaral Franco, J. (1971-2003).** *Nova flora de Portugal* (3 vol.). Lisboa.
- Anderson, H. E. 1982.** *Aids to determining fuel models for estimating fire behaviour*. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. INT-122. Intermt. For. And Range Exp. Stn., Ogden, Utah.
- André, J. C. S. e Viegas., D. X. 2001.** Modelos de Propagação de Fogos Florestais: Estado – da – Arte para Utilizadores. Parte I: Introdução e Modelos Locais. *Silva Lusitana* **9** (2): 237-265.
- André, J. C. S. e Viegas., D. X. 2002.** Modelos de Propagação de Fogos Florestais: Estado – da – Arte para Utilizadores. Parte II: Modelos Globais e Sistemas Informáticos. *Silva Lusitana* **10** (2): 217-233.

- Andrews, P. L.; Rothermel, R. C. 1982.** *Charts for interpreting wild land fire behaviour characteristics.* USDA, For Serv., Gen. Tech. Rep. INT-131, Internet. For. And Range Exp. Stn., Ogden, UTAH.
- Andrews, P. L., Bevins, C. D. 1998.** Update and expansion of the BEHAVE fire behaviour prediction system. Proc. *III Int. Conference on Forest Fire Research / 14<sup>th</sup> Conference on Fire and Forest Meteorology* (Luso, 16/20 November 1998), Vol. I: 733-740.
- Andrews, P.; Bevins, C. & Seli, R. 2004.** *Behave Plus Fire Modeling System, Version 3.0: User's Guide.* General Technical Report RMRS-GTR-106WWW. United States Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station (Ogden, Utah). 132 pp.
- Azevedo, J. e Caçador F. 2000.** Bordaduras de bosques de *Quercus rotundifolia* Lam. No Parque Natural de Montesinho. *Quercetea* **1**: 126-137.
- Barreto, L. S. 1985.** *Predição expedita do comportamento dos fogos florestais.* Centro de estudos florestais, INIC, Lisboa.
- Bingre P., Aguiar C., Espírito-Santo D., Arsénio P & Monteiro-Henriques T. (Coord.s Cient.). 2007:** *Guia de Campo – As árvores e os arbustos de Portugal continental.* 462pp. In vol IX dea **Sande Silva J. (Coord. Ed.). 2007:** Colecção Árvores e Florestas de Portugal. Jornal Público/Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento/Liga para a Protecção da Natureza. Lisboa. 9 vols.
- Bonifácio, L., Bragança, H., Branco, M., Damasceno, P., Fernandes, P., Ferreira, A. D., Inácio, M. L., Machado, H., Rego, F. C., Sequeira, E. M., Vasconcelos, T. (Coord.s Cient.). 2007:** *Proteger a floresta – Incêndios, pragas e doenças.* 169pp. In vol VIII dea **Sande Silva J. (Coord. Ed.). 2007:** Colecção Árvores e Florestas de

- Portugal. Jornal Público/Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento/Liga para a Protecção da Natureza. Lisboa. 9 vols.
- Botelho, H. S.; Ventura, J. 1988.** Modelos de comportamento do fogo. Curso sobre o uso da técnica do fogo controlado, FLAD, UTAD, DGF, pp. 49-55.
- Botelho, H. S.; Varejão E.; Fernandes P.; Rego F. 1990.** Caracterização de combustíveis florestais: Sua utilização na previsão do comportamento do fogo. Em: *II Congresso Florestal Nacional, 2ºVolume*, Porto, Novembro.
- Broncano, M. J.; Retana, J.; Rodrigo, A. 2005.** Predicting the recovery of *Pinus halepensis* and *Quercus ilex* forests after a large wildfire in northwestern Spain. *Plant Ecology* **180**: 47-56.
- Caldeira Cabral, F. & Telles G. R. 1999.** *A árvore em Portugal*. Assírio e Alvim. Lisboa.
- Ceballos, L. & Ruiz de la Torre, J. 1979.** *Árboles y arbustos de la España Peninsular*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid.
- Cohen, Mathilde; Cuiñas, Pedro; Diez, Cármen; Fernandes, Paulo; Guijarro, Mercedes; Moro, Claude. 2001.** *Fire Star: a decision support system for fuel management and fire hazard reduction in Mediterranean wild land – urban interfaces*. Wildland Fuel particles Characterisation: Database Content, 23 pp.
- Cruz, M. G.; Viegas, D. X. 2001.** Caracterização do comportamento do fogo em complexos combustíveis comuns na Região Centro de Portugal. *Silva Lusitana* **9** (1): 13-34.
- Deeming, J. E.; Burgan, R. E.; Cohen, J. D. 1977.** *The National Fire Danger Rating System*. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. Intermt. For. And Range Exp. Stn. Ogden, Utah.

- DGRF – Direcção-Geral dos Recursos Florestais. 2007.** *Estratégia Nacional para as Florestas*. Imprensa Nacional-Casa da Moeda. Lisboa.219pp.
- Dubois, C. 1914.** *Sistematic fire protection in the Califórnia forests*. USDA For. Serv. Washington, D.C.
- Fabião, A. M. D. 1996.** *Árvores e florestas*. Europa-América. Mem Martins.
- Fernandes, P. A. M.; Pereira, J. P. 1993.** Caracterização de Combustíveis na serra da Arrábida. *Silva Lusitana* **1**(2): 237-260.
- Fernandes, P. A. M.; Ruivo, L. M.; Gonçalves, P. C.; Rego, F. C.; Silveira, S.C. 2000.** Dinâmica da Combustibilidade nas Comunidades Vegetais da Reserva Natural da Serra da Malcata. Actas do Congresso Ibérico de Fogos Florestais, 17-19 Dez. 2000, Escola Superior Agrária de Castelo Branco.
- Fernandes, P. A. M. 2001.** Fire prediction in shrub fuels in Portugal. *Forest Ecology and Management* **144**: 67-74.
- Fernandes, P. A. M.; Botelho H. S. 2003.** A review of prescribed burning effectiveness in fire hazard reduction. *International Journal of Wild land Fire* **12**: 117-128.
- Fernandes, P. A. M.; Botelho H. 2004.** Analysis of the prescribed burning practice in the pine forest of northwestern Portugal. *Journal of Environmental Management* **70**: 15-26.
- Fernandes, P. A. M.; Botelho H.; Rego F. 2005.** A Piroecologia do pinheiro bravo. *Silva Lusitana* **13**(2): 233-248.
- Fernandes, P. A. M. 2006.** *Incêndios Florestais em Portugal. Silvicultura Preventiva e Gestão de Combustíveis: Opções e Optimização*. Cap. 12. Departamento Florestal. Centro de Estudos em Gestão de Ecossistemas. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.

- Finney, M. A. 1998.** *FARSITE: Fire Area Simulator – Model Development and Evaluation*. Forest Service, United States Department of Agriculture.
- Fischesser, B. 1987.** *Conhecer as árvores*. Edições Europa-América. Mem Martins.
- Fons, W. L. 1946.** Analysis of fire spread in light forest fuels. *Journal of Agricultural Research* 72: 93-121.
- Germano, M. A. 2000.** *Regime Florestal, um século de existência*. Direcção-Geral das Florestas (DGF). Lisboa. 159 pp.
- Godinho-Ferreira, P.; Azevedo, A; Rego, F. 2005.** Carta da Tipologia Florestal de Portugal Continental. *Silva Lusitana* 13(1): 1-34.
- González, J., R.; Palahí, M.; Pukkala, T.; Trasobares, A. 2007.** Nuevas herramientas científicas para integrar el riesgo de incendios en la gestión forestal. *Revista Forestal MONTES*, 89 – II Trim. Pág. 19.
- Humphries, C. J.; Press J. R.; Sutton D. A. 1996.** *Árvores de Portugal e Europa*. Fundo para a Protecção dos Animais Selvagens (FAPAS); Câmara Municipal do Porto.
- Iglesias, G., L. 2005.** *Algunos Tópicos sobre los Incendios Forestales*. Asociación y Colégio de Ingenieros de Montes, Madrid. 320 pp.
- Loureiro, C.; Fernandes P.; Botelho, H. 2002.** Optimizing prescribed burning to reduce wildfire propagation at the landscape scale. In: *International Conference on Forest Fire Research & 2002 Wildland Fire Safety Summit*, Viegas, D.X. (Ed.), Luso, 18-23 Nov. Millpress Science Publishers, Rotherdam.
- Macedo F. W.; Sardinha A. M. 1987.** *Fogos Florestais. Vol I e II, Publicações Ciência e Vida, Lda*.
- Mårell, A. Abdelmoula, K., Allgöwer, B., Borgniet, L., Cassagne, N., Curt, T., Ganteaume, A., Ghosn, D., Gitas, I., Jappiot, M., Jimenez, E., Kazakis, G.,**

- Koetz, B., Lampin, C., Machrouh, A., Morsdorf, F., Pimont, F., Rigolot, E., Sesbou, A., Vega, J.-A. and Wellani, W. 2007.** Fuel description: first results. Deliverable D.3.4-3 of the Integrated project “Fire Paradox”, Project no. FP6-018505, European Commission, 79 pp.
- Miller, C. & Landres, P. 2004.** *Exploring Information Needs for Wild land Fire and Fuels Management*. General Technical Report RMRS-GTR-127, 36 pp. Fort Collins, Colorado: USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Moreira, F., Rego, F.C. e Ferreira, P.G. 2001.** Temporal (1958-1995) pattern of change in a cultural landscape of northwestern Portugal: implications for fire occurrence. *Landscape Ecology* **16**: 557-567.
- Mueller-Dombois, D.; Ellenberg, H. 1974.** *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley and Sons, **547**: 58-63; 90-93.
- Muñoz, R., V. 1993.** La responsabilidad en la defensa contra incendios forestales. *Revista Forestal MONTES*, 32 – Pág. 14.
- Mutch, R. W. 1970.** Wild land fires and ecosystems – a hypothesis. *Ecology* **51**(6): 1046-1051.
- Nunes, M. C. S., Vasconcelos, M. J., Pereira, J. M. C., Dasgupta, N., Alldredge, R. J. e Pereira, M. G., Trigo, R. M., Câmara, C. C., Pereira, J. M. C. e Leite, S. M. 2005.** Synoptic patterns associated with large summer forest fires in Portugal. *Agricultural and Forest Meteorology* **129**: 11-25.
- Palahí, M.; Pukkala, T.; Pérez, E; Trasobares, A. 2004.** Herramientas de soporte a la decisión en la planificación forestal. *Revista Forestal MONTES*, 78 – IV Trim. Pág. 40.
- Pausas, J. G.; Bladé, C.; Valdecantos, A.; Seva, J. P.; Fuentes, D.; Alloza, J. A.; Vilagrosa, A.; Bautista, S.; Cortina, J. e Vallejo, R. 2004.** Pines and oaks in the

restoration of Mediterranean landscape of Spain: New perspectives for an old practice – a review. *Plant Ecology* **171**: 209-220.

**PROFNE. 2006.** *Plano Regional de Ordenamento Florestal do Nordeste*. Fase 1 – Bases de Ordenamento. Direcção Geral dos Recursos Florestais, UTAD e Nordeste Rural.

**Pyne, S.; Andrews, P. & Laven, R. 1996.** *Introduction to Wild land Fire*. 2<sup>nd</sup> Ed. New York: John Wiley and Sons.

**Radich, M. C. & Monteiro Alves A. A. 2000.** *Dois séculos de floresta em Portugal*. CELPA. Lisboa.

**Rego, F. C. 1996.** O fogo na dinâmica dos ecossistemas mediterrânicos. Em: *Encontro pedagógico sobre fogos florestais*. Mirandela, 23 de Maio, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro/Comissão Nacional Especializada em Fogos Florestais, pp. 73-82.

**Rego, F.C. 2001.** *Florestas Públicas*. Direcção-Geral das Florestas (DGF) e Comissão Nacional Especializada de Fogos Florestais (CNEFF), 105pp.

**Rego, F.C. 2005.** Land cover type and fire in Portugal: do fires burn lands cover selectively? *Landscape Ecology* **20**: 661-673.

**Ribeiro, L. M. 2006.** Sistemas de apoio à decisão no combate aos fogos florestais. Em: *Curso sobre prevenção dos incêndios na interface urbana – florestal*. Coimbra.

**Ribeiro, O. 1986.** *Portugal: o Mediterrâneo e o Atlântico*. Sá da Costa. Lisboa.

**Ribeiro, O.; Lautensach, H. & Daveau, S. 1987.** *Geografia de Portugal. II. O ritmo climático e a paisagem*. 1ª edição. Sá da Costa. Lisboa.

**Rocha, F. 1996.** *Nomes vulgares de plantas existentes em Portugal*. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Direcção-Geral de Protecção das Culturas. Lisboa.

- Rothermel, R. C. 1972.** *A mathematical model for predicting fire spread in wild land fuels.* USDA For. Serv. Res. Pap. INT-115, Intermt. For. and Range Exp. Stn., Ogden, Utah.
- Rothermel, R. C.; Rinehart, G. 1983.** *Field procedures for verification and adjustment of fire behaviour predictions.* USDA, For. Serv., Gen. Tech. Rep. INT-142, Inermt. For. And Range Exp. Stn., Ogden, UTAH.
- Salazar, L. A. 1985.** *Sensitivity of FIRE behaviour simulations to fuel model variations.* For. Serv., Res. Paper PSW-178, Pacific Southwest For. And Range Exp. Stn., Berkeley, CA.
- Silva, J. S. ; Viegas, D. X.; Vasconcelos, T.; Gomes, F.; Lima, I. P.; Lopes, J. R.; Páscoa, F.; Paiva, V. 2002.** *Manual de Silvicultura para a Prevenção de Incêndios,* Direcção-Geral das Florestas (DGF), Lisboa.
- Tábara, D. 1996.** *La percepció dels problemes del medi ambient.* Beta Editorial, Barcelona.
- Trigo, R. M., Pereira, J. M. C., Pereira, M. G., Mota, B., Calado, T. J., Dacamara, C. C. e Santo, F. E. 2006.** Atmospheric conditions associated with the exceptional fire season of 2003 in Portugal. *International Journal of Climatology* **26**: 1741-1757.
- Valette, J. C. 1990.** *Inflammabilités de espèces forestières en Région Méditerranéenne Française.* Institut National de la Recherche Agronomique, Document PIF 9207, Avignon, 1-18p.
- Valette, J. C. 1992.** *Inflammabilities of Mediterranean species.* Institut National de la Recherche Agronomique, Document PIF 9208, Avignon, 14pp.

- Varetta, N. D. 1996.** A história da floresta em Portugal. Em: *Encontro pedagógico sobre fogos florestais*. Mirandela, 23 de Maio, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro/Comissão Nacional Especializada em Fogos Florestais, pp. 10-16.
- Vega, J. A. 1988.** La ordenación del combustible forestal y sus conexiones con la gestión de los recursos forestales. In Documentos del Seminario sobre métodos y equipos para la prevención de incendios forestales, ICONA.
- Vélez, R. 2000.** *La defensa contra incendios forestales – Fundamentos y experiencias*. Mc Graw Hill, Madrid.
- Viegas, D. X. 2005.** *Comportamento do fogo*. ISA, Lisboa.
- Viger, J. A.; Nonell, X. N; Ferrer, E. P.; Cuchi, E. P.; López, L. Z. 2004.** *Manual de ingeniería básica para la prevención y extinción de incendios forestales*. Ediciones Mundi-Prensa, Barcelona. 414 pp.

## **Páginas de Internet consultadas**

http1: [www.dgf.min-agricultura.pt](http://www.dgf.min-agricultura.pt) (consultado em 2006.01.30)

http2: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) (consultado em 2006.09.18)

http3: [www.rotaterrafria.com](http://www.rotaterrafria.com) (consultado em 2006.09.29)

http4: [naturlink.pt](http://naturlink.pt) (consultado em 2005.03.18)

http5: [www.fs.fed.us/fire/planning/nist/farsite.htm](http://www.fs.fed.us/fire/planning/nist/farsite.htm) (consultado em 2005.03.16)

http6: [www.fire.org/](http://www.fire.org/) (consultado em 2005.11.03)

http7: [www.meteo.pt/fogosMR](http://www.meteo.pt/fogosMR) (consultado em 2005.02.03)

http8: [www.jrc.cec.eu.int/download/press/releases/pr\\_fire200308.pdf](http://www.jrc.cec.eu.int/download/press/releases/pr_fire200308.pdf) (consultado em 2006.04.10)

http9: [//home.utad.pt/~floresta/mainframelff.htm](http://home.utad.pt/~floresta/mainframelff.htm) (consultado em 2006.04.07)

http10: [www.forestry.org.au/ifa/c/c2-ifa.asp](http://www.forestry.org.au/ifa/c/c2-ifa.asp) (consultado em 2006.05.03)

http11: [//aguiar.hvr.utad.pt/pt/herbario/cons\\_reg\\_esp2.asp?especie=Quercus+rotundifolia&ID=848](http://aguiar.hvr.utad.pt/pt/herbario/cons_reg_esp2.asp?especie=Quercus+rotundifolia&ID=848) (consultado em 2006.10.17)

http12: [//www.icn.pt/psrn2000/caracterizacao\\_valores\\_naturais/habitats/9340.pdf](http://www.icn.pt/psrn2000/caracterizacao_valores_naturais/habitats/9340.pdf) (consultado em 2006.10.17)

http13: [//www.firemodels.org](http://www.firemodels.org) (consultado em 2008.06.09)

http14: [//www.icnb.pt](http://www.icnb.pt) (consultado em 2008.06.11)

http15: [//www.iambiente.pt/atlas/est/index.jsp?zona=continente&grupo=&tema=c\\_aprot egidas](http://www.iambiente.pt/atlas/est/index.jsp?zona=continente&grupo=&tema=c_aprot egidas) (consultado em 2008.11.13)

http16: [//www.afn.min-agricultura.pt/portal/politica-e-planeamento-florestal/ppf/planos-regionais-de-ordenamento-florestal](http://www.afn.min-agricultura.pt/portal/politica-e-planeamento-florestal/ppf/planos-regionais-de-ordenamento-florestal) (consultado em 2008.11.14)

<http://www.dgsi.pt/> (consultado em 2008.12.17)

<http://siddamb.apambiente.pt/> (consultado em 2008.12.17)

[http://www.portugal.gov.pt/Portal/PT/Governos/Governos\\_Constitucionais/GC17/Ministerios/MAOTDR/Comunicacao/Programas\\_e\\_Dossiers/20070116\\_MAOTDR\\_Doss\\_QREN.htm](http://www.portugal.gov.pt/Portal/PT/Governos/Governos_Constitucionais/GC17/Ministerios/MAOTDR/Comunicacao/Programas_e_Dossiers/20070116_MAOTDR_Doss_QREN.htm) (consultado em 2008.12.17)

<http://dre.pt/> (consultado em 2008.12.17)

<http://www.cbd.int/> (consultado em 2008.12.17)

<http://www.cbd.int/countries/?country=pt> (consultado em 2008.12.17)

<http://snig.igeo.pt/Portal/> (consultado em 2008.12.17)

[http://www.igeo.pt/servicos/Autoridade\\_nacional/FAQ\\_sobre\\_10k\\_20061006.pdf](http://www.igeo.pt/servicos/Autoridade_nacional/FAQ_sobre_10k_20061006.pdf)  
(consultado em 2008.12.17)

<http://www.igeo.pt/produtos/cadastro/caop/inicial.htm> (consultado em 2008.12.17)

## **7. Anexos**

## Anexo 1

### Elenco florístico da área de estudo\*:

#### AMARILIDACEAE

*Narcissus triandrus* L.

#### COMPOSITAE

*Achillea millefolium*

*Andryala integrifolia* L.

*Anthemis arvensis* L.

*Arnoseris minima* (L.) Schweigger & Koerte

*Calendula arvensis*

*Carduus tenuiflorus*

*Carduus* sp.

*Carlina corymbosa*

*Carthamus lanatus* L.

*Centaurea langei*

*Centaurea ornata*

*Chamaemelum nobile*

*Chamaemelum mixton*

*Chondrilla juncea*

*Colostephus myconis*

*Crepis capillaris*

*Crepis vesivaria*

*Dorycnium plantagineum*

*Filago lutescens*

*Filago pyramidata*

*Galactites tomentosa*

*Helichrysum stoechas* subsp. *stoechas*

*Hispidella hispanica*

*Hieracium pillosepla*

*Hypochaeris* sp.

*Lactuca viminea* (L.) J. & C. Persl subsp. *chondrilliflora* (Boreau) Bonnier

*Leucanthemum sylvaticum* (Hoffmanns. & Link.) Nyman

*Leucanthemum* sp.

*Leontodon longirrostris*

*Leontodon taraxacoides*

*Leuzea conifera*

*Logfia mínima*

*Phagnalon saxatile* subsp. *Saxatile*

*Scolymus hispanicus* L.

*Senecio gallicus* Vill.

*Senecio jacobaea* L.

*Senecio lividus* L.

*Senecio sylvaticus* L.

*Senecio vulgaris* L.

*Silybum marianum*

*Sonchus oleraceus*

*Staelhelina dubia* L.

*Tolpis barbata*

*Tolpis umbellata*

#### GRAMINEAE

*Agrostis castellana*

*Agrostis truncatula* subsp. *commutata*

*Aira caryophyllea* subsp. *caryophyllea*

*Aira cupaniana*

*Avena barbata*

*Anthoxanthum aristatum*

*Arrhetherum album*  
*Arrhenatherum baeticum* subsp. *Bulbosum*  
*Briza máxima*  
*Bromus hordeaceus*  
*Bromus madritensis* L.  
*Brachypodium distachyon*  
*Corynephorus fasciculatus*  
*Dactylis glomerata* subsp. *glomerata*  
*Dactylis glomerata* subsp. *hispanica*  
*Festuca commutata* subsp. *truncatula*  
*Holcus lanatus*  
*Lolium perenne* L.  
*Micropyrum tenellum*  
*Poa bulbosa* L.  
*Polypogon monspeliensis*  
*Vulpia bromoides*  
*Vulpia mebranacea*  
*Vulpia myuros*  
**LEGUMINOSAE**  
*Adenocarpus complicatus*  
*Anthyllis vulneraria* subsp. *lusitanica*  
*Coronilla dura*  
*Cytisus scoparius*  
*Cytisus striatus*  
*Cytisus multiflorus*  
*Genista falcata*  
*Genista florida*  
*Genista hystrix*  
*Genista micrantha*  
*Hymenocarpus cornicina*  
*Hymenocarpus lotoides*  
*Lathyrus clymenum* L.  
*Lotus castellanus*  
*Ornithopus compressus*  
*Ornithopus perpusillus*  
*Pterospatrum tridentatum*  
*Retama sphaerocarpa*  
*Trifolium arvense*  
*Trifolium campestre*  
*Trifolium stellatum*  
*Trifolium striatum*  
*Trifolium strictum*  
*Trifolium subterraneum*  
*Trifolium sylvaticum*  
*Vicia benghalensis* L.  
*Vicia lutea* L.  
*Vicia sativa*  
**LILIACEAE**  
*Allium guttatum* subsp. *sardoum*  
*Allium sphaerocephalum* L.  
*Asphodelus* sp.  
*Dipcadi serotinum*  
*Hyacinthoides hispanica*  
*Muscari neglectum*  
*Muscari comosum*  
*Ornithogalum concinum*  
*Ruscus aculeatus*  
*Scilla verna*  
**BORAGINACEAE**  
*Anchusa undulata* L.

*Borago officinalis* L.  
*Cynoglossum cheirifolium* L.  
*Echium plantagineum*  
*Myosotis discolor* Pers.  
*Myosotis stricta* Romer & Schultes  
*Omphalodes linifolia* (L.) Moench  
**CRUCIFERAE**  
*Alyssum simplex*  
*Cardamine hirsuta* L.  
*Chaerophyllum hirsutum* L.  
*Diplotaxis catholica* (L.) DC.  
*Erophila verna* subsp. *Verna*  
*Hornungia petraea*  
*Raphanus raphanistrum* L. subsp. *raphanistrum*  
*Sisymbrium austriacum* L.  
*Sisymbrium officinale*  
*Teesdalia nudicaulis*  
**CARYOPHYLLACEAE**  
*Agrostemma githago*  
*Arenaria montana*  
*Asterolinon linum-stellatum*  
*Cerastium brachypetalum*  
*Cerastium glomeratum* Thuill.  
*Cerastium semidecandrum* sinonímia de *Cerastium pentandrum*  
*Dianthus lusitanus*  
*Herniaria scabrida*  
*Illecebrum verticillatum* L.  
*Paronychia cymosa*  
*Petrorhagia nanteuillii*  
*Polycarpon tetraphyllum* (L.) L. subsp. *tetraphyllum*  
*Scleranthus annus*  
*Scleranthus polycarpus*  
*Silene gallica* L.  
*Silene coutinhoi*  
*Silene vulgaris*  
**GERANIACEAE**  
*Geranium molle*  
*Erodium bipinnatum*  
*Erodium botrys*  
**PRIMULACEAE**  
*Anagallis monelli*  
**SCROPHULARIACEAE**  
*Antirrhinum graniticum*  
*Bellardia trixiago*  
*Digitalis purpúrea*  
*Digitalis tapsi*  
*Linaria coutinhoi*  
*Linaria saxatilis* subsp. *saxatilis*  
*Linaria spartea*  
*Linaria amethystea* subsp. *amethystea*  
*Parentucelia viscosa*  
*Verbascum sinuatum* L.  
*Veronica praecox*  
*Veronica verna*  
**RANUNCULACEAE**  
*Ranunculus olysiponensis*  
**ROSACEAE**  
*Aphanes microcarpa*  
*Crataegus monogyna* subsp. *brevispina*  
*Geum urbanum*

*Potentilla erecta*  
*Prunus avium*  
*Prunus mahaleb*  
*Sanguisorba minor*  
*Rosa* sp.  
*Rubus ulmifolius*  
ERICACEAE  
*Arbutus unedo*  
*Erica australis* subsp. *aragonensis*  
*Erica arborea*  
ASPLENIACEAE  
*Asplenium adianthum-nigrum*  
*Asplenium trichomanes* L. subsp. *quadrivalens*  
*Ceterach officinarium* DC. in Lam.  
CYPRACEAE  
*Carex distachya*  
*Luzula campestris*  
CAMPANULACEAE  
*Campanula lusitanica* subsp. *Lusitanica*  
*Campanula rapunculus* L.  
*Jasione montana*  
*Legousia castellana* (Lange) Samp.  
ORCHIDACEAE  
*Cephalanthera longifolia*  
*Orchis langei*  
PAPAVERACEAE  
*Papaver rhoas*  
*Papaver argemone*  
ARALIACEAE  
*Hedera helix*

*Osyris alba*  
APOCYNACEAE  
*Vinca difformis*  
LINACEAE  
*Linum catharticum*  
*Ceterach officinarium*  
CHENOPODIACEAE  
*Chenopodium album* L.  
CISTACEAE  
*Cistus ladanifer* L.  
*Cistus laurifolius* L.  
*Cistus psilosepalus* Sweet.  
*Cistus salvifolius* L.  
*Halimium viscosum*  
*Halimium ocymoides*  
*Halimium alyssoides*  
*Helianthemum aegyptiacum* (L.) Miller  
*Xolantha guttata* (L.) Rafin.  
*Xolantha tuberaria* (L.) Gallego, & C. Navarro  
LABIATAE  
*Clinopodium vulgare* L.  
*Lamium amplexicaule* L.  
*Lavandula stoechas* subsp. *sampaiana*  
*Lycopus europaeus* L.  
*Teucrium scorodonia* L.  
*Thymus mastichina* L.  
*Thymus zygis*

*Sherardia arvensis* L.

*Stachys arvensis*  
ARISTOLOCHIACEAE  
*Cytinus hypocistis* (L.) L. mónica cistanche  
ARISTOLOCHIDACEAE  
*Aristolochia longa*  
CONVOLVULACEAE  
*Convolvulus arvensis*  
RUBIACEAE  
*Crucianella angustifolia*  
*Galium palustre*  
*Galium parisiense*  
*Rubia peregrina* L.  
THYMELACEAE''''''  
*Daphne gnidium*  
UMBELLIFERAE  
*Daucus carota*  
*Daucus durieua*  
*Foeniculum vulgare*  
*Scandix australis*  
*Thapsia villosa*  
*Tordylium officinale* L.  
EUPHORBIACEAE  
*Euphorbia amygdaloides* L. subsp. *amygdaloides*  
*Euphorbia oxyphylla* Boiss.  
*Euphorbia segetalis* L. var. *segetalis*  
*Mercurialis annua* L.  
*Mercurialis ambigua* L. fil  
FUMARIACEAE  
*Fumaria officinalis*  
IRIDACEAE  
*Gladiolus illyricus*  
GUTTIFERAE  
*Hypericum perforatum* subsp. *perforatum*  
OLEACEAE  
*Jasminum fruticans*  
*Phillyrea angustifolia*  
*Rhamnus olioides* subsp. *Lycioides*  
CAPRIFOLIACEAE  
*Lonicera etrusca*  
*Lonicera periclymenum* subsp. *hispanica*  
MALVACEAE  
*Malva sylvestris*  
OROBANCHAECAE  
*Orobanche gracilis*  
  
*Paeonia broteroi*  
*Pteridium aquilinum*  
POLYPODIACEAE  
*Polypodium vulgare*  
DIPSACACEAE  
*Pterocephalus diandrus*  
PLANTAGINACEAE  
*Plantago bellardii*  
*Plantago coronopus* L.  
*Plantago lanceolata*  
GENTIANACEAE  
*Centaurium erythraea* Rafn. subsp. *erythraea*  
  
FAGACEAE  
*Quercus pyrenaica* Willd.  
*Quercus rotundifolia* Lam

*Quercus suber* L.  
RESEDACEAE  
*Reseda lutea* L.  
POLYGONACEAE  
*Rumex acetosa*  
*Rumex angiocarpus*  
*Rumex bucephalophorus* subsp. *gallicus*  
RUTACEAE  
*Ruta montana*  
SAXIFRAGACEAE  
*Saxifraga continentalis*  
*Saxifraga tridactylites*  
CRASSULACEAE  
*Sedum amplexicaule* DC. subsp. *amplexicaule*  
*Sedum album*  
*Sedum arenarium*  
*Sedum brevifolium*  
*Sedum forsterianum* Sm.  
*Umbilicus rupestris* (Salisb.) Dandy  
SOLANACEAE  
*Solanum nigrum* L.  
CUCURBITACEAE  
*Bryonia cretica* L. subsp. *dioica* Jacq. Tutin  
DIOSCOREACEAE  
*Tamus communis* L. subsp. *communis*  
URTICACEAE  
*Parietaria lusitanica* L.  
*Urtica dioica* L.  
VALERIANACEAE  
*Valerianella coronata* (L.) DC.  
VIOLACEAE  
*Viola kitaibeliana*  
VITACEAE  
*Vitis vinifera* L.  
ZYGOPHYLLACEAE  
*Tribulus terrestris* L.

\* Efectuado por Anabela Amado.

## Anexo 2

Variáveis de estrutura referentes a regeneração natural e material morto.

### Labiados I e II:

<b>REGENERAÇÃO NATURAL AZ</b>				
<b>Local</b>	<b>Linhas</b>	<b>% Coberto</b>	<b>Altura_h (m)</b>	<b>Volume (m3/ha)</b>
Labiados I	-20	4,00	1,70	680,00
Labiados I	-10	7,50	1,40	1050,00
Labiados I	-5	3,00	0,90	270,00
Labiados I	-1	8,00	2,20	1760,00
Labiados I	0	24,80	1,63	4035,00
Labiados I	1	70,50	1,52	10720,00
Labiados I	5	18,50	1,52	2810,00
Labiados I	10	0,00	0,00	0,00
Labiados I	20	0,00	0,00	0,00
Labiados I	40	50,00	1,90	9500,00
Labiados II	-20	4,000	1,300	520,000
Labiados II	-10	4,000	1,300	520,000
Labiados II	-5	8,000	1,250	1000,000
Labiados II	-1	14,000	2,300	3220,000
Labiados II	0	1,300	0,254	33,000
Labiados II	1	0,000	0,000	0,000
Labiados II	5	4,500	1,633	735,000
Labiados II	10	2,200	0,195	43,000
Labiados II	20	0,000	0,000	0,000
Labiados II	40	2,000	0,228	45,500

---

**MATERIAL MORTO**

---

<b>Local</b>	<b>Linhas</b>	<b>% Coberto</b>	<b>Altura_h (m)</b>	<b>Volume (m3/ha)</b>
<b>Labiados I</b>	12,50	1,72	2150,00	12,50
<b>Labiados I</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Labiados I</b>	0,90	2,00	180,00	0,90
<b>Labiados I</b>	22,10	1,62	3574,00	22,10
<b>Labiados I</b>	6,00	1,67	1004,00	6,00
<b>Labiados I</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Labiados I</b>	12,00	1,40	1680,00	12,00
<b>Labiados I</b>	26,10	2,34	6117,00	26,10
<b>Labiados I</b>	10,20	0,89	910,00	10,20
<b>Labiados I</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Labiados II</b>	45,000	2,500	11250,000	45,000
<b>Labiados II</b>	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Labiados II</b>	2,000	0,150	30,000	2,000
<b>Labiados II</b>	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Labiados II</b>	25,300	2,432	6152,000	25,300
<b>Labiados II</b>	5,500	1,700	935,000	5,500
<b>Labiados II</b>	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Labiados II</b>	14,200	0,361	513,000	14,200
<b>Labiados II</b>	5,000	0,382	1250,000	5,000
<b>Labiados II</b>	0,200	0,400	8,000	0,200

---

## Petisqueira I e II:

---

REGENERAÇÃO NATURAL AZ				
Local	Linhas	% Coberto	Altura_h (m)	Volume (m3/ha)
Petisqueira I	-20	0,80	0,15	12,00
Petisqueira I	-10	5,40	0,29	157,50
Petisqueira I	-5	1,20	0,29	34,50
Petisqueira I	-1	56,00	2,44	13650,00
Petisqueira I	0	63,00	2,43	15300,00
Petisqueira I	1	0,00	0,00	0,00
Petisqueira I	5	0,00	0,00	0,00
Petisqueira I	10	0,00	0,00	0,00
Petisqueira I	20	4,10	0,51	209,00
Petisqueira I	40	0,00	0,00	0,00
Petisqueira II	-20	5,80	0,40	232,00
Petisqueira II	-10	0,00	0,00	0,00
Petisqueira II	-5	3,50	0,38	132,50
Petisqueira II	-1	15,70	1,47	2313,00
Petisqueira II	0	73,10	1,69	12385,50
Petisqueira II	1	12,50	0,56	705,00
Petisqueira II	5	12,30	0,84	1027,50
Petisqueira II	10	22,40	1,04	2318,50
Petisqueira II	20	6,00	1,70	1020,00
Petisqueira II	40	29,50	1,44	4252,50

---

---

**MATERIAL MORTO**

---

<b>Local</b>	<b>Linhas</b>	<b>% Coberto</b>	<b>Altura_h (m)</b>	<b>Volume (m3/ha)</b>
<b>Petisqueira I</b>	<b>-20</b>	6,10	1,30	795,50
<b>Petisqueira I</b>	<b>-10</b>	6,40	1,94	1244,00
<b>Petisqueira I</b>	<b>-5</b>	26,20	1,84	4825,00
<b>Petisqueira I</b>	<b>-1</b>	33,20	2,14	7115,00
<b>Petisqueira I</b>	<b>0</b>	25,50	1,49	3804,00
<b>Petisqueira I</b>	<b>1</b>	11,00	2,19	2412,50
<b>Petisqueira I</b>	<b>5</b>	27,60	1,76	4848,00
<b>Petisqueira I</b>	<b>10</b>	15,00	1,42	2135,00
<b>Petisqueira I</b>	<b>20</b>	20,00	2,17	4330,00
<b>Petisqueira I</b>	<b>40</b>	21,50	1,89	4065,00
<b>Petisqueira II</b>	<b>-20</b>	1,70	0,38	64,00
<b>Petisqueira II</b>	<b>-10</b>	35,00	2,07	7235,00
<b>Petisqueira II</b>	<b>-5</b>	7,50	1,10	825,00
<b>Petisqueira II</b>	<b>-1</b>	20,30	1,50	3036,50
<b>Petisqueira II</b>	<b>0</b>	5,70	0,28	162,00
<b>Petisqueira II</b>	<b>1</b>	6,00	0,90	540,00
<b>Petisqueira II</b>	<b>5</b>	12,00	0,89	1065,00
<b>Petisqueira II</b>	<b>10</b>	22,80	1,82	4159,00
<b>Petisqueira II</b>	<b>20</b>	15,00	2,50	3750,00
<b>Petisqueira II</b>	<b>40</b>	16,50	0,83	1365,00

---

### Petisqueira III e IV:

---

<b>REGENERAÇÃO NATURAL AZ</b>				
<b>Local</b>	<b>Linhas</b>	<b>% Coberto</b>	<b>Altura_h (m)</b>	<b>Volume (m3/ha)</b>
Petisqueira III	-20	11,50	1,40	1610,00
Petisqueira III	-10	11,00	1,15	1260,00
Petisqueira III	-5	1,50	0,30	45,00
Petisqueira III	-1	0,00	0,00	0,00
Petisqueira III	0	26,20	0,96	2522,00
Petisqueira III	1	4,80	0,24	113,00
Petisqueira III	5	2,00	0,31	62,50
Petisqueira III	10	80,50	2,05	16515,00
Petisqueira III	20	0,00	0,00	0,00
Petisqueira III	40	1,40	0,09	12,50
Petisqueira IV	-20	0,00	0,00	0,00
Petisqueira IV	-10	13,20	2,07	2732,00
Petisqueira IV	-5	0,00	0,00	0,00
Petisqueira IV	-1	49,90	1,97	9811,50
Petisqueira IV	0	67,00	1,96	13148,00
Petisqueira IV	1	1,00	0,20	20,00
Petisqueira IV	5	2,50	0,22	55,50
Petisqueira IV	10	0,00	0,00	0,00
Petisqueira IV	20	17,10	0,46	782,50
Petisqueira IV	40	0,50	0,10	5,00

---

---

**MATERIAL MORTO**

---

<b>Local</b>	<b>Linhas</b>	<b>% Coberto</b>	<b>Altura_h (m)</b>	<b>Volume (m3/ha)</b>
<b>Petisqueira III</b>	<b>-20</b>	13,50	1,72	2325,00
<b>Petisqueira III</b>	<b>-10</b>	40,50	2,31	9375,00
<b>Petisqueira III</b>	<b>-5</b>	26,40	1,30	3420,00
<b>Petisqueira III</b>	<b>-1</b>	48,50	2,24	10852,50
<b>Petisqueira III</b>	<b>0</b>	48,50	2,44	11840,00
<b>Petisqueira III</b>	<b>1</b>	30,00	2,36	7065,00
<b>Petisqueira III</b>	<b>5</b>	20,50	1,77	3625,00
<b>Petisqueira III</b>	<b>10</b>	10,50	1,32	1385,00
<b>Petisqueira III</b>	<b>20</b>	2,40	1,10	264,00
<b>Petisqueira III</b>	<b>40</b>	5,50	1,13	620,00
<b>Petisqueira IV</b>	<b>-20</b>	13,00	2,13	2765,00
<b>Petisqueira IV</b>	<b>-10</b>	0,00	0,00	0,00
<b>Petisqueira IV</b>	<b>-5</b>	0,00	0,00	0,00
<b>Petisqueira IV</b>	<b>-1</b>	12,00	1,44	1730,00
<b>Petisqueira IV</b>	<b>0</b>	0,00	0,00	0,00
<b>Petisqueira IV</b>	<b>1</b>	4,70	2,24	1055,00
<b>Petisqueira IV</b>	<b>5</b>	1,00	0,65	65,00
<b>Petisqueira IV</b>	<b>10</b>	5,00	1,35	675,00
<b>Petisqueira IV</b>	<b>20</b>	6,40	2,25	1440,00
<b>Petisqueira IV</b>	<b>40</b>	0,00	0,00	0,00

---

**Moinho I e II:**

---

<b>REGENERAÇÃO NATURAL AZ</b>				
<b>Local</b>	<b>Linhas</b>	<b>% Coberto</b>	<b>Altura_h (m)</b>	<b>Volume (m3/ha)</b>
<b>Moinho I</b>	<b>-20</b>	52,10	0,81	4241,50
<b>Moinho I</b>	<b>-10</b>	19,70	1,31	2573,50
<b>Moinho I</b>	<b>-5</b>	24,20	1,67	4042,00
<b>Moinho I</b>	<b>-1</b>	24,30	1,90	4607,00
<b>Moinho I</b>	<b>0</b>	12,50	1,71	2132,50
<b>Moinho I</b>	<b>1</b>	17,60	2,42	4258,00
<b>Moinho I</b>	<b>5</b>	51,00	2,30	11730,00
<b>Moinho I</b>	<b>10</b>	2,90	0,24	69,50
<b>Moinho I</b>	<b>20</b>	5,40	0,31	169,50
<b>Moinho I</b>	<b>40</b>	13,70	1,78	2435,50
<b>Moinho II</b>	<b>-20</b>	29,20	0,73	2130,50
<b>Moinho II</b>	<b>-10</b>	41,00	1,21	4965,50
<b>Moinho II</b>	<b>-5</b>	2,20	0,88	194,00
<b>Moinho II</b>	<b>-1</b>	53,00	1,16	6160,00
<b>Moinho II</b>	<b>0</b>	29,80	1,82	5412,00
<b>Moinho II</b>	<b>1</b>	52,00	2,36	12295,00
<b>Moinho II</b>	<b>5</b>	51,00	2,37	12070,00
<b>Moinho II</b>	<b>10</b>	37,60	0,80	3008,00
<b>Moinho II</b>	<b>20</b>	52,50	1,89	9925,00
<b>Moinho II</b>	<b>40</b>	2,50	1,00	250,00

---

---

**MATERIAL MORTO**

---

<b>Local</b>	<b>Linhas</b>	<b>% Coberto</b>	<b>Altura_h (m)</b>	<b>Volume (m3/ha)</b>
<b>Moinho I</b>	<b>-20</b>	5,50	1,74	955,00
<b>Moinho I</b>	<b>-10</b>	7,00	2,31	1620,00
<b>Moinho I</b>	<b>-5</b>	0,00	0,00	0,00
<b>Moinho I</b>	<b>-1</b>	15,00	1,81	2708,00
<b>Moinho I</b>	<b>0</b>	29,60	1,96	5795,00
<b>Moinho I</b>	<b>1</b>	26,50	1,72	4545,00
<b>Moinho I</b>	<b>5</b>	13,50	2,09	2825,00
<b>Moinho I</b>	<b>10</b>	17,50	2,17	3800,00
<b>Moinho I</b>	<b>20</b>	11,30	1,24	1402,00
<b>Moinho I</b>	<b>40</b>	17,00	1,36	2315,00
<b>Moinho II</b>	<b>-20</b>	0,30	0,85	25,50
<b>Moinho II</b>	<b>-10</b>	31,50	2,19	6885,00
<b>Moinho II</b>	<b>-5</b>	4,00	2,00	800,00
<b>Moinho II</b>	<b>-1</b>	31,50	1,29	4077,50
<b>Moinho II</b>	<b>0</b>	0,00	0,00	0,00
<b>Moinho II</b>	<b>1</b>	3,70	0,55	203,50
<b>Moinho II</b>	<b>5</b>	0,00	0,00	0,00
<b>Moinho II</b>	<b>10</b>	2,00	0,85	170,00
<b>Moinho II</b>	<b>20</b>	5,00	0,22	110,00
<b>Moinho II</b>	<b>40</b>	4,80	1,09	525,00

---

**Aldeia I e II:**

---

<b>REGENERAÇÃO NATURAL AZ</b>				
<b>Local</b>	<b>Linhas</b>	<b>% Coberto</b>	<b>Altura_h (m)</b>	<b>Volume (m3/ha)</b>
<b>Aldeia I</b>	<b>-20</b>	43,00	0,88	3795,00
<b>Aldeia I</b>	<b>-10</b>	47,80	1,12	5365,00
<b>Aldeia I</b>	<b>-5</b>	31,70	0,73	2305,00
<b>Aldeia I</b>	<b>-1</b>	28,80	1,83	5270,00
<b>Aldeia I</b>	<b>0</b>	0,50	0,15	7,50
<b>Aldeia I</b>	<b>1</b>	7,20	0,31	222,00
<b>Aldeia I</b>	<b>5</b>	5,50	0,20	107,50
<b>Aldeia I</b>	<b>10</b>	15,00	0,73	1095,00
<b>Aldeia I</b>	<b>20</b>	15,30	0,52	792,50
<b>Aldeia I</b>	<b>40</b>	20,70	1,86	3840,50
<b>Aldeia II</b>	<b>-20</b>	45,50	1,15	5250,00
<b>Aldeia II</b>	<b>-10</b>	27,00	0,82	2225,00
<b>Aldeia II</b>	<b>-5</b>	61,50	1,37	8440,00
<b>Aldeia II</b>	<b>-1</b>	24,70	0,92	2276,50
<b>Aldeia II</b>	<b>0</b>	21,50	1,74	3750,00
<b>Aldeia II</b>	<b>1</b>	66,50	2,42	16075,00
<b>Aldeia II</b>	<b>5</b>	36,00	1,90	6845,00
<b>Aldeia II</b>	<b>10</b>	0,00	0,00	0,00
<b>Aldeia II</b>	<b>20</b>	42,00	1,96	8247,50
<b>Aldeia II</b>	<b>40</b>	18,70	0,78	1467,50

---

---

**MATERIAL MORTO**

---

<b>Local</b>	<b>Linhas</b>	<b>% Coberto</b>	<b>Altura_h (m)</b>	<b>Volume (m3/ha)</b>
<b>Aldeia I</b>	<b>-20</b>	0,50	1,05	52,50
<b>Aldeia I</b>	<b>-10</b>	0,00	0,00	0,00
<b>Aldeia I</b>	<b>-5</b>	0,00	0,00	0,00
<b>Aldeia I</b>	<b>-1</b>	0,00	0,00	0,00
<b>Aldeia I</b>	<b>0</b>	2,00	1,50	300,00
<b>Aldeia I</b>	<b>1</b>	0,00	0,00	0,00
<b>Aldeia I</b>	<b>5</b>	0,00	0,00	0,00
<b>Aldeia I</b>	<b>10</b>	0,00	0,00	0,00
<b>Aldeia I</b>	<b>20</b>	5,00	0,78	390,00
<b>Aldeia I</b>	<b>40</b>	3,00	0,50	150,00
<b>Aldeia II</b>	<b>-20</b>	3,00	1,70	510,00
<b>Aldeia II</b>	<b>-10</b>	8,00	1,50	1200,00
<b>Aldeia II</b>	<b>-5</b>	4,50	0,72	325,00
<b>Aldeia II</b>	<b>-1</b>	9,50	1,47	1395,00
<b>Aldeia II</b>	<b>0</b>	10,50	1,59	1667,50
<b>Aldeia II</b>	<b>1</b>	0,00	0,00	0,00
<b>Aldeia II</b>	<b>5</b>	10,50	0,87	910,00
<b>Aldeia II</b>	<b>10</b>	18,00	1,56	2805,00
<b>Aldeia II</b>	<b>20</b>	7,00	1,50	1050,00
<b>Aldeia II</b>	<b>40</b>	9,50	0,48	455,00

---

**Deilão I e II:**

---

**REGENERAÇÃO NATURAL AZ**

---

<b>Local</b>	<b>Linhas</b>	<b>% Coberto</b>	<b>Altura_h (m)</b>	<b>Volume (m3/ha)</b>
<b>Deilão I</b>	<b>-20</b>	17,00	0,82	1400,00
<b>Deilão I</b>	<b>-10</b>	0,50	2,15	107,50
<b>Deilão I</b>	<b>-5</b>	56,40	1,55	8748,00
<b>Deilão I</b>	<b>-1</b>	15,00	1,03	1550,50
<b>Deilão I</b>	<b>0</b>	7,50	0,28	212,50
<b>Deilão I</b>	<b>1</b>	6,60	0,17	109,00
<b>Deilão I</b>	<b>5</b>	11,50	0,68	787,50
<b>Deilão I</b>	<b>10</b>	28,20	0,42	1187,50
<b>Deilão I</b>	<b>20</b>	4,50	1,43	642,50
<b>Deilão I</b>	<b>40</b>	18,80	1,31	2471,00
<b>Deilão II</b>	<b>-20</b>	41,80	0,55	2288,00
<b>Deilão II</b>	<b>-10</b>	46,90	1,30	6114,50
<b>Deilão II</b>	<b>-5</b>	10,60	0,44	471,50
<b>Deilão II</b>	<b>-1</b>	11,00	0,18	199,00
<b>Deilão II</b>	<b>0</b>	51,20	1,73	8860,00
<b>Deilão II</b>	<b>1</b>	13,70	0,91	1248,50
<b>Deilão II</b>	<b>5</b>	28,40	1,02	2891,50
<b>Deilão II</b>	<b>10</b>	18,50	1,02	1880,00
<b>Deilão II</b>	<b>20</b>	0,00	0,00	0,00
<b>Deilão II</b>	<b>40</b>	2,50	0,08	20,00

---

---

**MATERIAL MORTO**

---

<b>Local</b>	<b>Linhas</b>	<b>% Coberto</b>	<b>Altura_h (m)</b>	<b>Volume (m3/ha)</b>
<b>Deilão I</b>	<b>-20</b>	0,00	0,00	0,00
<b>Deilão I</b>	<b>-10</b>	0,00	0,00	0,00
<b>Deilão I</b>	<b>-5</b>	0,00	0,00	0,00
<b>Deilão I</b>	<b>-1</b>	5,00	1,60	800,00
<b>Deilão I</b>	<b>0</b>	0,00	0,00	0,00
<b>Deilão I</b>	<b>1</b>	3,50	1,25	437,50
<b>Deilão I</b>	<b>5</b>	1,50	1,13	170,00
<b>Deilão I</b>	<b>10</b>	14,60	2,14	3125,50
<b>Deilão I</b>	<b>20</b>	29,50	1,16	3415,00
<b>Deilão I</b>	<b>40</b>	9,30	0,37	346,00
<b>Deilão II</b>	<b>-20</b>	0,00	0,00	0,00
<b>Deilão II</b>	<b>-10</b>	0,00	0,00	0,00
<b>Deilão II</b>	<b>-5</b>	0,00	0,00	0,00
<b>Deilão II</b>	<b>-1</b>	0,00	0,00	0,00
<b>Deilão II</b>	<b>0</b>	5,00	0,47	235,00
<b>Deilão II</b>	<b>1</b>	2,00	2,30	460,00
<b>Deilão II</b>	<b>5</b>	0,00	0,00	0,00
<b>Deilão II</b>	<b>10</b>	5,00	0,51	255,00
<b>Deilão II</b>	<b>20</b>	4,00	0,38	150,00
<b>Deilão II</b>	<b>40</b>	28,50	1,74	4965,00

---

## Anexo 3

Modelos para o sistema BehavePlus (dados de entrada).

Modelos	Local	Pontos	Fuel denth	W1hr	W10hr	W <6 vivo	SVR vivos	SVR 1hr	PCI vivos	PCI 1hr	WAF
1	Labiados I	-20	1,34	10,30	2,20	18,16	3793,23	3765,15	20464,56	20411,73	0,55
2	Labiados I	-10	0,96	12,97	4,06	9,06	5550,71	5108,00	22806,27	22302,34	0,55
3	Labiados I	-5	1,23	5,40	2,67	3,42	4260,00	4262,78	22000,00	21793,96	0,55
4	Labiados I	-1	0,88	2,36	0,49	4,80	3853,82	3557,52	20155,14	19782,18	0,55
5	Labiados I	0	0,47	3,84	0,14	15,67	3469,27	3483,52	19500,00	19500,00	0,19
6	Labiados I	1	1,00	2,87	0,19	5,99	3570,32	3524,65	19731,32	19581,10	0,55
7	Labiados I	5	0,56	2,96	0,03	5,51	3215,91	3506,91	19500,00	19926,20	0,14
8	Labiados I	10	0,81	6,00	3,40	7,79	5170,83	4636,23	22280,21	21430,00	0,13
9	Labiados I	20	1,21	5,70	2,50	11,02	4755,08	4557,35	21742,45	21389,16	0,11
10	Labiados I	40	1,06	3,66	2,67	7,35	3628,92	3716,66	20296,23	20454,79	0,25
11	Labiados II	-20	0,57	1,62	0,16	0,33	4204,59	3921,25	21817,72	20795,84	0,55
12	Labiados II	-10	0,63	1,14	0,40	0,40	4264,95	4442,13	21931,23	21704,60	0,55
13	Labiados II	-5	1,29	1,63	0,20	1,31	3540,58	4244,29	20552,62	21267,90	0,55
14	Labiados II	-1	1,25	4,92	1,93	4,25	4155,78	4102,46	21613,88	21446,87	0,19
15	Labiados II	0	0,50	9,62	2,00	4,01	4260,00	3889,51	22000,00	20781,28	0,13
16	Labiados II	1	0,07	5,72	0,76	0,24	4140,54	3526,57	21689,41	19590,83	0,12
17	Labiados II	5	0,25	11,73	5,87	11,74	4337,85	4129,98	21453,85	21082,43	0,17
18	Labiados II	10	0,26	13,96	5,96	11,90	5070,07	4609,17	22255,23	21672,27	0,12
19	Labiados II	20	0,08	14,99	6,26	8,15	4128,28	3818,82	21572,97	20551,93	0,12
20	Labiados II	40	0,02	9,74	2,20	8,82	4400,47	3745,68	21035,33	19918,90	0,12
21	Petisqueira I	-20	0,21	0,61	0,03	0,31	4440,00	4440,00	19500,00	19500,00	0,55
22	Petisqueira I	-10	0,21	2,62	0,00	4,25	3180,30	3180,30	20037,75	20037,75	0,55
23	Petisqueira I	-5	0,51	1,91	0,00	4,74	3275,55	3275,55	19454,07	19454,07	0,55
24	Petisqueira I	-1	1,22	2,74	0,01	1,70	3413,22	3471,94	19948,16	19644,93	0,55
25	Petisqueira I	0	1,32	2,90	0,00	2,44	3079,42	3334,91	20070,88	19724,09	0,55
26	Petisqueira I	1	0,77	5,10	0,30	24,22	3512,02	3506,82	19510,97	19506,22	0,17
27	Petisqueira I	5	0,77	3,70	0,23	20,92	3502,04	3501,34	19500,88	19500,58	0,18
28	Petisqueira I	10	0,19	0,94	0,00	0,20	4413,64	3268,04	19865,39	19505,66	0,55
29	Petisqueira I	20	0,81	0,90	0,03	0,95	5292,38	3588,93	21634,18	19809,50	0,55
30	Petisqueira I	40	0,26	2,99	0,12	3,12	5784,57	3796,37	22562,76	19897,32	0,17

31	Petisqueira II	-20	0,24	0,72	0,06	5,87	3500,00	3500,00	19500,00	19500,00	0,55
32	Petisqueira II	-10	0,93	2,71	0,54	7,77	3895,59	3895,59	20535,47	20535,47	0,55
33	Petisqueira II	-5	0,41	1,82	0,31	6,85	4094,04	3842,44	20449,77	20231,34	0,55
34	Petisqueira II	-1	0,75	2,20	0,01	4,00	3148,05	3327,01	19570,48	19534,65	0,55
35	Petisqueira II	0	0,94	3,00	0,02	3,55	3168,59	3421,41	19824,16	19576,87	0,55
36	Petisqueira II	1	0,11	4,88	0,18	19,26	3499,87	3499,94	19493,38	19496,91	0,55
37	Petisqueira II	5	0,53	2,75	0,03	5,67	3268,92	3292,58	19563,74	19522,57	0,23
38	Petisqueira II	10	0,44	3,75	0,01	2,34	3219,01	3465,47	20024,35	19564,44	0,55
39	Petisqueira II	20	0,60	4,87	0,22	3,29	5916,87	5455,10	22802,36	22132,59	0,55
40	Petisqueira II	40	0,36	3,05	0,19	3,64	5919,33	3937,04	22542,36	20049,59	0,17
41	Petisqueira III	-20	0,41	0,05	0,00	0,02	4839,24	3061,08	20517,82	19533,80	0,55
42	Petisqueira III	-10	0,13	0,20	0,00	0,02	6000,00	3066,67	19500,00	19500,00	0,55
43	Petisqueira III	-5	0,57	3,12	0,25	24,39	3500,23	3468,16	19499,95	19499,96	0,25
44	Petisqueira III	-1	0,98	0,57	0,00	0,94	3096,43	3155,33	19898,09	19671,70	0,20
45	Petisqueira III	0	0,49	0,34	0,00	0,11	3500,00	3211,42	19500,00	19500,00	0,16
46	Petisqueira III	1	0,65	1,49	0,03	5,17	3298,33	3255,53	19595,05	19553,67	0,55
47	Petisqueira III	5	0,29	1,37	0,00	1,35	3168,73	3410,80	20233,74	19602,27	0,15
48	Petisqueira III	10	0,81	2,90	0,00	1,80	3054,83	3452,36	19548,70	19505,21	0,55
49	Petisqueira III	20	0,02	3,64	0,02	2,85	3273,70	3466,68	19500,00	19500,00	0,12
50	Petisqueira III	40	0,05	5,57	0,02	7,49	3138,50	3400,52	19563,38	19517,44	0,12
51	Petisqueira IV	-20	0,33	0,23	0,00	0,20	7433,27	7433,27	19500,00	19500,00	0,55
52	Petisqueira IV	-10	0,69	0,18	0,01	0,96	3455,24	3455,24	19665,63	19665,63	0,55
53	Petisqueira IV	-5	0,15	0,63	0,08	1,26	3143,23	3143,23	21237,80	21237,80	0,55
54	Petisqueira IV	-1	0,82	0,54	0,00	0,47	5953,49	3827,73	20884,94	19685,00	0,55
55	Petisqueira IV	0	0,82	2,33	0,03	1,80	3049,42	3439,64	20860,47	19682,24	0,55
56	Petisqueira IV	1	0,36	5,27	0,22	20,82	3464,56	3484,78	19631,14	19556,30	0,15
57	Petisqueira IV	5	0,08	5,88	0,17	16,07	3450,19	3485,48	19660,06	19546,65	0,14
58	Petisqueira IV	10	0,11	2,93	0,03	0,91	3449,39	3498,91	20763,94	19527,17	0,14
59	Petisqueira IV	20	0,16	4,89	0,11	6,84	3366,01	3482,27	20143,64	19585,15	0,13
60	Petisqueira IV	40	0,04	6,28	0,01	0,47	3431,80	3499,53	20164,79	19504,63	0,12
61	Moinho I	-20	0,51	2,19	0,04	4,10	3770,32	3332,95	19709,12	19544,63	0,55
62	Moinho I	-10	0,75	2,01	0,23	1,06	4441,61	3471,86	21537,34	20139,93	0,55
63	Moinho I	-5	0,35	2,48	0,00	0,70	5293,97	3737,40	20995,89	20402,23	0,55
64	Moinho I	-1	1,09	6,29	0,84	20,41	3714,38	3551,64	19821,12	19686,91	0,55
65	Moinho I	0	0,97	5,89	0,67	10,97	3636,38	3491,38	20102,97	19843,06	0,22

66	Moinho I	1	0,50	5,12	0,03	5,00	4199,23	3620,15	20116,25	19686,03	0,19
67	Moinho I	5	1,37	6,23	0,07	9,98	3587,60	3517,37	19671,00	19533,91	0,55
68	Moinho I	10	0,41	15,25	3,04	13,41	4004,75	3788,56	21065,23	20394,81	0,14
69	Moinho I	20	0,16	8,36	0,07	8,22	3522,35	3505,04	19895,81	19589,31	0,13
70	Moinho I	40	0,31	7,83	0,04	6,91	3380,62	3488,21	19512,94	19501,28	0,13
71	Moinho II	-20	0,65	6,18	1,05	3,20	4906,98	3815,26	22135,51	20399,07	0,55
72	Moinho II	-10	1,21	4,61	0,17	16,73	3640,89	3511,03	19758,14	19642,90	0,55
73	Moinho II	-5	0,38	3,00	1,13	8,29	3582,77	3549,99	20189,68	20140,30	0,55
74	Moinho II	-1	1,12	5,78	1,46	22,14	3607,66	3533,77	19867,98	19791,96	0,55
75	Moinho II	0	1,20	5,01	0,20	21,15	3430,16	3418,31	19500,00	19500,00	0,55
76	Moinho II	1	1,44	6,58	0,48	11,77	3552,06	3488,05	19929,44	19713,08	0,15
77	Moinho II	5	1,39	5,19	0,07	9,38	3433,95	3446,64	19500,00	19500,00	0,13
78	Moinho II	10	0,49	4,40	0,04	2,60	3187,38	3375,57	19699,78	19522,95	0,14
79	Moinho II	20	1,05	5,95	0,74	8,31	3692,50	3570,18	20108,75	19721,92	0,13
80	Moinho II	40	0,48	7,97	1,50	8,50	4145,84	3799,13	21075,40	20290,43	0,14
81	Aldeia I	-20	0,79	3,63	0,08	8,83	3928,10	3528,12	20100,84	19746,43	0,55
82	Aldeia I	-10	0,76	3,82	0,07	4,12	3871,67	3530,04	20418,67	19913,83	0,55
83	Aldeia I	-5	0,33	2,25	0,01	1,58	3714,17	3282,51	19694,48	19513,62	0,55
84	Aldeia I	-1	0,37	1,37	0,02	1,46	4495,78	3830,59	21139,14	20044,18	0,55
85	Aldeia I	0	0,03	2,23	0,01	1,14	3968,94	3543,87	20571,19	19600,21	0,14
86	Aldeia I	1	0,01	4,44	0,00	0,20	4464,81	3503,59	21121,56	19506,04	0,13
87	Aldeia I	5	0,15	3,36	0,08	7,62	3500,74	3500,20	19500,00	19500,00	0,13
88	Aldeia I	10	0,12	3,52	0,04	6,78	3573,58	3522,33	19997,63	19651,00	0,13
89	Aldeia I	20	0,48	11,76	0,10	10,95	3397,92	3486,32	19535,72	19504,79	0,14
90	Aldeia I	40	0,48	12,28	0,33	8,35	3738,33	3537,96	19976,37	19575,87	0,12
91	Aldeia II	-20	0,82	3,53	0,08	4,67	4062,03	3605,86	20525,37	19949,35	0,55
92	Aldeia II	-10	0,87	4,63	0,17	13,88	3690,96	3503,42	19824,01	19686,21	0,55
93	Aldeia II	-5	0,90	2,33	0,09	3,21	4061,28	3778,22	20714,04	20290,45	0,55
94	Aldeia II	-1	0,63	5,37	0,17	13,17	3458,68	3482,12	19628,00	19555,39	0,55
95	Aldeia II	0	0,97	6,65	0,31	26,08	3605,47	3557,78	19636,39	19574,71	0,15
96	Aldeia II	1	1,29	6,90	0,11	7,31	3844,78	3589,35	20077,25	19649,59	0,55
97	Aldeia II	5	0,81	4,67	0,04	4,50	4100,51	3628,21	20187,15	19646,71	0,55
98	Aldeia II	10	0,91	3,34	0,11	12,98	3472,72	3487,88	19553,07	19523,59	0,55
99	Aldeia II	20	0,93	6,37	0,06	6,42	3640,49	3529,25	20081,51	19621,05	0,55
100	Aldeia II	40	0,53	8,83	0,12	10,79	3546,20	3507,77	19806,99	19551,60	0,15

---

<b>101</b>	<b>Deilão I</b>	<b>-20</b>	1,26	3,55	0,55	5,40	3820,01	3309,79	20289,61	19798,31	0,55
<b>102</b>	<b>Deilão I</b>	<b>-10</b>	1,31	2,65	0,01	2,93	3135,35	3036,46	19646,83	19539,56	0,55
<b>103</b>	<b>Deilão I</b>	<b>-5</b>	1,20	2,04	0,36	2,47	4442,77	3464,98	20882,91	19945,69	0,55
<b>104</b>	<b>Deilão I</b>	<b>-1</b>	0,23	2,36	0,01	1,26	3370,82	3491,59	19605,68	19506,88	0,14
<b>105</b>	<b>Deilão I</b>	<b>0</b>	0,01	3,51	0,02	2,70	3126,96	3412,16	19500,00	19500,00	0,13
<b>106</b>	<b>Deilão I</b>	<b>1</b>	0,03	5,89	0,00	0,21	3500,00	3500,00	19500,00	19500,00	0,15
<b>107</b>	<b>Deilão I</b>	<b>5</b>	0,08	3,67	0,02	3,29	3445,79	3487,72	19609,92	19524,90	0,13
<b>108</b>	<b>Deilão I</b>	<b>10</b>	0,67	6,87	0,52	16,27	3711,80	3591,36	19969,19	19702,40	0,15
<b>109</b>	<b>Deilão I</b>	<b>20</b>	0,57	9,01	0,18	9,49	3382,12	3448,12	20207,03	19811,21	0,16
<b>110</b>	<b>Deilão I</b>	<b>40</b>	0,73	9,72	1,27	9,69	3514,48	3506,73	20427,28	19931,38	0,15
<b>111</b>	<b>Deilão II</b>	<b>-20</b>	0,63	4,86	0,34	1,49	3717,32	3357,49	21172,48	19884,70	0,55
<b>112</b>	<b>Deilão II</b>	<b>-10</b>	0,21	3,87	0,15	0,22	4260,00	3321,42	22000,00	19676,77	0,55
<b>113</b>	<b>Deilão II</b>	<b>-5</b>	0,90	4,27	0,03	2,85	3433,31	3269,47	19524,66	19502,62	0,55
<b>114</b>	<b>Deilão II</b>	<b>-1</b>	0,35	5,54	0,03	4,02	3686,68	3287,31	19641,88	19512,12	0,12
<b>115</b>	<b>Deilão II</b>	<b>0</b>	0,73	3,94	0,01	2,34	3331,71	3256,37	19701,95	19515,75	0,55
<b>116</b>	<b>Deilão II</b>	<b>1</b>	0,22	9,51	0,71	16,94	3472,01	3346,39	19806,46	19633,05	0,13
<b>117</b>	<b>Deilão II</b>	<b>5</b>	0,17	6,66	0,00	3,45	3021,41	3401,79	19583,58	19517,15	0,16
<b>118</b>	<b>Deilão II</b>	<b>10</b>	0,21	9,39	1,48	6,76	3410,34	3463,92	20033,11	19714,54	0,12
<b>119</b>	<b>Deilão II</b>	<b>20</b>	0,03	10,90	1,89	13,68	3656,86	3577,81	20334,13	19913,78	0,12
<b>120</b>	<b>Deilão II</b>	<b>40</b>	0,49	8,42	0,69	7,69	3304,11	3423,99	19838,48	19631,33	0,14

---

### Anexo 3 (continuação)

Modelos para o sistema BehavePlus (dados de entrada).

Modelos	Local	Pontos	h_Bcopa	Declive%	Dens.Copas	arv_hm (m)	Rácio Conado	arv_MVOL kg/m3	HCom.1hr
1	Labiados I	-20	0,00	44,79	0,00	0,00	0,00	0,00	3
2	Labiados I	-10	0,00	25,53	0,00	0,00	0,00	0,00	3
3	Labiados I	-5	0,00	46,83	0,00	0,00	0,00	0,00	3
4	Labiados I	-1	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,2
5	Labiados I	0	0,54	0,00	36,00	2,93	0,82	0,16	3,2
6	Labiados I	1	0,43	45,26	17,00	2,59	0,83	0,08	3,4
7	Labiados I	5	0,80	56,12	70,00	3,17	0,75	0,32	3,3
8	Labiados I	10	0,76	30,13	95,50	2,93	0,74	0,43	4,3
9	Labiados I	20	0,71	38,25	84,50	5,14	0,86	0,38	4,2
10	Labiados I	40	0,57	38,25	22,50	2,60	0,78	0,10	3
11	Labiados II	-20	0,00	21,67	0,00	0,00	0,00	0,00	3,1
12	Labiados II	-10	0,00	28,03	0,00	0,00	0,00	0,00	3
13	Labiados II	-5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,2
14	Labiados II	-1	0,62	76,02	34,00	3,77	0,84	0,15	3
15	Labiados II	0	1,30	0,00	91,00	4,05	0,68	0,41	4,2
16	Labiados II	1	0,60	36,94	100,00	2,80	0,79	0,45	4,3
17	Labiados II	5	0,63	51,32	51,00	3,00	0,79	0,23	3,2
18	Labiados II	10	0,50	39,04	91,00	3,50	0,86	0,41	4,3
19	Labiados II	20	1,00	29,44	100,00	3,50	0,71	0,45	4,3
20	Labiados II	40	1,30	29,44	100,00	4,00	0,67	0,45	4,3
21	Petisqueira I	-20	0,00	29,52	0,00	0,00	0,00	0,00	3,4
22	Petisqueira I	-10	0,00	25,71	0,00	0,00	0,00	0,00	3,4
23	Petisqueira I	-5	0,00	30,26	0,00	0,00	0,00	0,00	3,4
24	Petisqueira I	-1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,2
25	Petisqueira I	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,2
26	Petisqueira I	1	0,91	33,04	58,00	2,80	0,68	0,26	3,7
27	Petisqueira I	5	1,20	39,66	49,00	3,60	0,67	0,22	3,7
28	Petisqueira I	10	1,00	45,71	19,00	3,60	0,72	0,09	3,7
29	Petisqueira I	20	0,83	48,59	19,00	2,58	0,68	0,09	3,7
30	Petisqueira I	40	0,96	48,59	52,00	3,26	0,71	0,23	3,7

31	Petisqueira II	-20	0,00	21,58	0,00	0,00	0,00	0,00	3,5
32	Petisqueira II	-10	0,00	21,30	0,00	0,00	0,00	0,00	3,5
33	Petisqueira II	-5	0,00	25,16	0,00	0,00	0,00	0,00	3,6
34	Petisqueira II	-1	0,86	0,00	6,00	2,55	0,66	0,03	3,5
35	Petisqueira II	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,2
36	Petisqueira II	1	0,00	19,85	0,00	0,00	0,00	0,00	3,5
37	Petisqueira II	5	0,98	33,20	32,00	2,86	0,66	0,14	3,7
38	Petisqueira II	10	1,00	37,62	16,00	2,90	0,66	0,07	3,9
39	Petisqueira II	20	0,00	35,93	0,00	0,00	0,00	0,00	3,7
40	Petisqueira II	40	1,30	35,93	40,00	5,30	0,75	0,18	3,9
41	Petisqueira III	-20	0,00	35,44	0,00	0,00	0,00	0,00	3,7
42	Petisqueira III	-10	0,00	31,68	0,00	0,00	0,00	0,00	3,6
43	Petisqueira III	-5	0,82	31,12	25,00	2,90	0,72	0,11	3,7
44	Petisqueira III	-1	1,20	0,00	37,00	3,82	0,69	0,17	3,3
45	Petisqueira III	0	0,98	0,00	62,50	3,29	0,70	0,28	3,7
46	Petisqueira III	1	0,00	33,87	0,00	0,00	0,00	0,00	3,7
47	Petisqueira III	5	1,10	39,04	66,00	3,44	0,68	0,30	4
48	Petisqueira III	10	0,00	41,41	0,00	0,00	0,00	0,00	3,7
49	Petisqueira III	20	1,00	45,36	100,00	3,65	0,73	0,45	4,3
50	Petisqueira III	40	1,20	45,36	100,00	4,00	0,70	0,45	4,3
51	Petisqueira IV	-20	0,00	42,02	0,00	0,00	0,00	0,00	3,8
52	Petisqueira IV	-10	0,00	20,93	0,00	0,00	0,00	0,00	3,5
53	Petisqueira IV	-5	0,00	57,62	0,00	0,00	0,00	0,00	3,9
54	Petisqueira IV	-1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,2
55	Petisqueira IV	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,2
56	Petisqueira IV	1	1,10	42,54	68,00	3,00	0,63	0,31	4
57	Petisqueira IV	5	1,20	0,00	81,00	3,50	0,66	0,36	4
58	Petisqueira IV	10	1,00	26,78	86,00	3,00	0,67	0,39	4,1
59	Petisqueira IV	20	1,30	25,71	90,00	4,00	0,67	0,41	4,3
60	Petisqueira IV	40	1,00	25,71	100,00	3,70	0,73	0,45	4,3
61	Moinho I	-20	0,00	58,38	0,00	0,00	0,00	0,00	3,9
62	Moinho I	-10	0,00	48,73	0,00	0,00	0,00	0,00	3,9
63	Moinho I	-5	0,00	35,52	0,00	0,00	0,00	0,00	3,8
64	Moinho I	-1	0,00	30,48	0,00	0,00	0,00	0,00	3,7
65	Moinho I	0	1,10	0,00	31,00	3,70	0,70	0,14	3,3

66	Moinho I	1	0,90	0,00	38,00	3,60	0,75	0,17	3,3
67	Moinho I	5	0,00	38,72	0,00	0,00	0,00	0,00	3,8
68	Moinho I	10	0,68	18,29	74,00	2,60	0,74	0,33	3,9
69	Moinho I	20	0,90	43,02	100,00	3,00	0,70	0,45	4,3
70	Moinho I	40	0,88	43,02	90,00	3,00	0,71	0,41	4,3
71	Moinho II	-20	0,00	13,28	0,00	0,00	0,00	0,00	3,5
72	Moinho II	-10	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,2
73	Moinho II	-5	0,00	5,74	0,00	0,00	0,00	0,00	3,3
74	Moinho II	-1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,2
75	Moinho II	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,2
76	Moinho II	1	0,87	63,41	68,00	3,00	0,71	0,31	4,1
77	Moinho II	5	1,00	30,13	81,00	3,50	0,71	0,36	4,1
78	Moinho II	10	0,99	23,52	86,00	3,00	0,67	0,39	4,1
79	Moinho II	20	1,20	23,61	90,00	4,00	0,70	0,41	4,3
80	Moinho II	40	1,23	23,61	71,00	4,17	0,71	0,32	4
81	Aldeia I	-20	0,00	19,14	0,00	0,00	0,00	0,00	3,5
82	Aldeia I	-10	0,00	69,63	0,00	0,00	0,00	0,00	4
83	Aldeia I	-5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,2
84	Aldeia I	-1	0,00	98,17	0,00	0,00	0,00	0,00	4,1
85	Aldeia I	0	0,84	0,00	78,00	2,66	0,68	0,35	3,9
86	Aldeia I	1	0,90	52,39	100,00	3,00	0,70	0,45	4,3
87	Aldeia I	5	0,95	35,85	100,00	3,00	0,68	0,45	4,3
88	Aldeia I	10	0,68	48,86	85,00	2,95	0,77	0,38	4,2
89	Aldeia I	20	0,90	64,14	86,00	3,03	0,70	0,39	4,3
90	Aldeia I	40	0,88	64,14	100,00	3,00	0,71	0,45	4,3
91	Aldeia II	-20	0,00	44,51	0,00	0,00	0,00	0,00	3,9
92	Aldeia II	-10	0,86	39,50	1,85	2,95	0,71	0,01	3,9
93	Aldeia II	-5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,2
94	Aldeia II	-1	0,90	92,42	14,00	3,10	0,71	0,06	4,1
95	Aldeia II	0	1,20	0,00	78,00	3,25	0,63	0,35	3,8
96	Aldeia II	1	0,00	62,82	0,00	0,00	0,00	0,00	3,9
97	Aldeia II	5	0,00	70,21	0,00	0,00	0,00	0,00	4
98	Aldeia II	10	0,00	64,23	0,00	0,00	0,00	0,00	3,9
99	Aldeia II	20	0,00	64,05	0,00	0,00	0,00	0,00	3,9
100	Aldeia II	40	0,88	64,05	75,00	2,80	0,69	0,34	4,1

---

<b>101</b>	<b>Deilão I</b>	<b>-20</b>	0,00	26,25	0,00	0,00	0,00	0,00	3,4
<b>102</b>	<b>Deilão I</b>	<b>-10</b>	1,15	10,93	1,38	3,24	0,65	0,01	3,5
<b>103</b>	<b>Deilão I</b>	<b>-5</b>	1,10	31,12	16,00	3,50	0,69	0,07	3,7
<b>104</b>	<b>Deilão I</b>	<b>-1</b>	1,30	0,00	81,00	3,59	0,64	0,36	4
<b>105</b>	<b>Deilão I</b>	<b>0</b>	1,24	0,00	96,00	3,40	0,64	0,43	4,3
<b>106</b>	<b>Deilão I</b>	<b>1</b>	1,20	40,47	76,00	3,20	0,63	0,34	3,9
<b>107</b>	<b>Deilão I</b>	<b>5</b>	1,35	20,36	98,00	3,79	0,64	0,44	4,3
<b>108</b>	<b>Deilão I</b>	<b>10</b>	1,30	22,14	74,00	3,49	0,63	0,33	4
<b>109</b>	<b>Deilão I</b>	<b>20</b>	0,90	25,39	62,00	2,70	0,67	0,28	3,7
<b>110</b>	<b>Deilão I</b>	<b>40</b>	1,20	25,39	68,00	3,59	0,67	0,31	3,9
<b>111</b>	<b>Deilão II</b>	<b>-20</b>	1,10	30,13	1,20	3,15	0,65	0,01	3,5
<b>112</b>	<b>Deilão II</b>	<b>-10</b>	0,00	28,56	0,00	0,00	0,00	0,00	3,4
<b>113</b>	<b>Deilão II</b>	<b>-5</b>	1,05	51,45	2,00	3,05	0,66	0,01	3,6
<b>114</b>	<b>Deilão II</b>	<b>-1</b>	1,00	0,00	100,00	3,37	0,70	0,45	4,3
<b>115</b>	<b>Deilão II</b>	<b>0</b>	0,00	88,39	0,00	0,00	0,00	0,00	3,6
<b>116</b>	<b>Deilão II</b>	<b>1</b>	1,14	0,00	100,00	3,35	0,66	0,45	4,3
<b>117</b>	<b>Deilão II</b>	<b>5</b>	0,90	35,52	64,00	3,13	0,71	0,29	3,7
<b>118</b>	<b>Deilão II</b>	<b>10</b>	1,17	64,81	100,00	3,75	0,69	0,45	4,3
<b>119</b>	<b>Deilão II</b>	<b>20</b>	1,29	45,26	82,90	4,61	0,72	0,37	4,3
<b>120</b>	<b>Deilão II</b>	<b>40</b>	1,30	45,26	73,00	4,28	0,70	0,33	4

---

## Anexo 4

Modelos do sistema BehavePlus (dados de saída).

Modelos	Local	Sub linha	Vel.Prop.Máx.(m/min)	Int.fren.Ch.(kW/m)	Comprimento Ch.(m)	Transition to Crown	Fire Type
1	Labiados I	-20	41,50	40916,00	10,20	-	-
2	Labiados I	-10	68,70	57998,00	12,00	-	-
3	Labiados I	-5	62,00	17198,00	6,90	-	-
4	Labiados I	-1	29,70	4876,00	3,90	-	-
5	Labiados I	0	2,20	853,00	1,70	yes	crowning
6	Labiados I	1	28,30	5696,00	4,10	yes	torching
7	Labiados I	5	0,70	175,00	0,80	yes	crowning
8	Labiados I	10	4,30	1900,00	2,50	yes	crowning
9	Labiados I	20	2,60	1212,00	2,00	yes	crowning
10	Labiados I	40	10,60	3321,00	3,20	yes	torching
11	Labiados II	-20	36,00	1463,00	2,20	-	-
12	Labiados II	-10	29,40	925,00	1,80	-	-
13	Labiados II	-5	70,00	3363,00	3,20	-	-
14	Labiados II	-1	7,10	1910,00	2,50	yes	crowning
15	Labiados II	0	6,20	3601,00	3,30	yes	crowning
16	Labiados II	1	0,40	96,00	0,60	yes	crowning
17	Labiados II	5	0,50	389,00	1,20	yes	crowning
18	Labiados II	10	0,50	382,00	1,20	yes	crowning
19	Labiados II	20	0,10	20,00	0,30	no	surface
20	Labiados II	40	0,00	0,00	0,00	no	surface
21	Petisqueira I	-20	5,40	103,00	0,70	-	-
22	Petisqueira I	-10	6,40	1766,00	2,40	-	-
23	Petisqueira I	-5	13,50	2314,00	2,70	-	-
24	Petisqueira I	-1	64,10	5163,00	4,00	-	-
25	Petisqueira I	0	57,80	5576,00	4,10	-	-
26	Petisqueira I	1	0,90	197,00	0,90	yes	crowning
27	Petisqueira I	5	0,70	107,00	0,70	no	surface
28	Petisqueira I	10	5,20	136,00	0,70	no	surface
29	Petisqueira I	20	25,50	719,00	1,60	yes	torching
30	Petisqueira I	40	0,90	181,00	0,80	yes	crowning
31	Petisqueira II	-20	0,40	11,00	0,20	-	-

32	Petisqueira II	-10	29,60	7718,00	4,80	-	-
33	Petisqueira II	-5	8,50	1493,00	2,20	-	-
34	Petisqueira II	-1	23,10	3141,00	3,10	yes	torching
35	Petisqueira II	0	36,90	5465,00	4,10	-	-
36	Petisqueira II	1	0,80	178,00	0,80	-	-
37	Petisqueira II	5	5,30	1290,00	2,10	yes	torching
38	Petisqueira II	10	20,40	4081,00	3,50	yes	torching
39	Petisqueira II	20	52,70	13360,00	6,10	-	-
40	Petisqueira II	40	2,80	561,00	1,40	yes	crowning
41	Petisqueira III	-20	0,10	0,00	0,00	-	-
42	Petisqueira III	-10	0,40	1,00	0,10	-	-
43	Petisqueira III	-5	0,70	93,00	0,60	no	surface
44	Petisqueira III	-1	5,60	76,00	0,60	no	surface
45	Petisqueira III	0	1,40	5,00	0,20	no	surface
46	Petisqueira III	1	13,60	1791,00	2,40	-	-
47	Petisqueira III	5	2,10	149,00	0,80	no	surface
48	Petisqueira III	10	36,80	3780,00	3,40	-	-
49	Petisqueira III	20	0,00	2,00	0,10	no	surface
50	Petisqueira III	40	0,10	16,00	0,30	no	surface
51	Petisqueira IV	-20	3,00	16,00	0,30	-	-
52	Petisqueira IV	-10	0,10	0,00	0,00	-	-
53	Petisqueira IV	-5	3,50	187,00	0,90	-	-
54	Petisqueira IV	-1	12,30	155,00	0,80	-	-
55	Petisqueira IV	0	39,40	3434,00	3,30	-	-
56	Petisqueira IV	1	0,40	162,00	0,80	yes	crowning
57	Petisqueira IV	5	0,20	55,00	0,50	no	surface
58	Petisqueira IV	10	1,30	222,00	0,90	yes	crowning
59	Petisqueira IV	20	0,90	437,00	1,30	yes	crowning
60	Petisqueira IV	40	0,30	58,00	0,50	no	surface
61	Moinho I	-20	13,30	2155,00	2,60	-	-
62	Moinho I	-10	36,10	2301,00	2,70	-	-
63	Moinho I	-5	25,10	2295,00	2,70	-	-
64	Moinho I	-1	26,90	21048,00	7,50	-	-
65	Moinho I	0	12,40	6529,00	4,40	yes	torching
66	Moinho I	1	7,50	2686,00	2,90	yes	crowning

67	Moinho I	5	44,10	18813,00	7,20	-	-
68	Moinho I	10	3,40	4032,00	3,50	yes	crowning
69	Moinho I	20	0,40	240,00	1,00	yes	crowning
70	Moinho I	40	1,10	694,00	1,60	yes	crowning
71	Moinho II	-20	39,90	13358,00	6,10	-	-
72	Moinho II	-10	28,10	13643,00	6,20	-	-
73	Moinho II	-5	10,30	4129,00	3,60	-	-
74	Moinho II	-1	24,60	18208,00	7,10	-	-
75	Moinho II	0	13,50	4589,00	3,70	-	-
76	Moinho II	1	2,50	1242,00	2,10	yes	crowning
77	Moinho II	5	7,60	2651,00	2,90	yes	crowning
78	Moinho II	10	5,20	1203,00	2,00	yes	crowning
79	Moinho II	20	7,00	2872,00	3,00	yes	crowning
80	Moinho II	40	3,80	2480,00	2,80	yes	crowning
81	Aldeia I	-20	25,90	8969,00	5,10	-	-
82	Aldeia I	-10	23,00	5002,00	3,90	-	-
83	Aldeia I	-5	16,20	1905,00	2,50	-	-
84	Aldeia I	-1	7,50	514,00	1,40	-	-
85	Aldeia I	0	0,30	40,00	0,40	no	surface
86	Aldeia I	1	0,10	10,00	0,20	no	surface
87	Aldeia I	5	0,50	194,00	0,90	yes	crowning
88	Aldeia I	10	0,20	88,00	0,60	yes	crowning
89	Aldeia I	20	3,10	3007,00	3,10	yes	crowning
90	Aldeia I	40	4,30	3851,00	3,50	yes	crowning
91	Aldeia II	-20	30,50	6489,00	4,40	-	-
92	Aldeia II	-10	21,80	11602,00	5,70	yes	torching
93	Aldeia II	-5	40,90	4982,00	3,90	-	-
94	Aldeia II	-1	6,20	3879,00	3,50	yes	torching
95	Aldeia II	0	3,70	2256,00	2,70	yes	crowning
96	Aldeia II	1	42,70	16814,00	6,80	-	-
97	Aldeia II	5	26,10	6743,00	4,50	-	-
98	Aldeia II	10	10,40	2862,00	3,00	-	-
99	Aldeia II	20	29,60	11648,00	5,70	-	-
100	Aldeia II	40	2,60	2127,00	2,60	yes	crowning
101	Deilão I	-20	43,00	8687,00	5,00	-	-

---

<b>102</b>	<b>Deilão I</b>	<b>-10</b>	44,40	4170,00	3,60	yes	torching
<b>103</b>	<b>Deilão I</b>	<b>-5</b>	49,00	4015,00	3,50	yes	torching
<b>104</b>	<b>Deilão I</b>	<b>-1</b>	3,00	376,00	1,20	yes	crowning
<b>105</b>	<b>Deilão I</b>	<b>0</b>	0,10	5,00	0,20	no	surface
<b>106</b>	<b>Deilão I</b>	<b>1</b>	0,20	21,00	0,30	no	surface
<b>107</b>	<b>Deilão I</b>	<b>5</b>	0,60	167,00	0,80	no	surface
<b>108</b>	<b>Deilão I</b>	<b>10</b>	4,40	3580,00	3,30	yes	crowning
<b>109</b>	<b>Deilão I</b>	<b>20</b>	5,50	4288,00	3,60	yes	crowning
<b>110</b>	<b>Deilão I</b>	<b>40</b>	6,40	5024,00	3,90	yes	crowning
<b>111</b>	<b>Deilão II</b>	<b>-20</b>	36,40	7173,00	4,60	yes	torching
<b>112</b>	<b>Deilão II</b>	<b>-10</b>	15,60	2482,00	2,80	-	-
<b>113</b>	<b>Deilão II</b>	<b>-5</b>	35,60	6421,00	4,40	yes	torching
<b>114</b>	<b>Deilão II</b>	<b>-1</b>	3,40	1271,00	2,10	yes	crowning
<b>115</b>	<b>Deilão II</b>	<b>0</b>	18,70	3132,00	3,10	-	-
<b>116</b>	<b>Deilão II</b>	<b>1</b>	1,20	1,90	1,90	yes	crowning
<b>117</b>	<b>Deilão II</b>	<b>5</b>	1,60	1,70	1,70	yes	crowning
<b>118</b>	<b>Deilão II</b>	<b>10</b>	1,90	2,10	2,10	yes	crowning
<b>119</b>	<b>Deilão II</b>	<b>20</b>	0,00	0,00	0,00	no	surface
<b>120</b>	<b>Deilão II</b>	<b>40</b>	1,90	2,10	2,10	yes	crowning

---