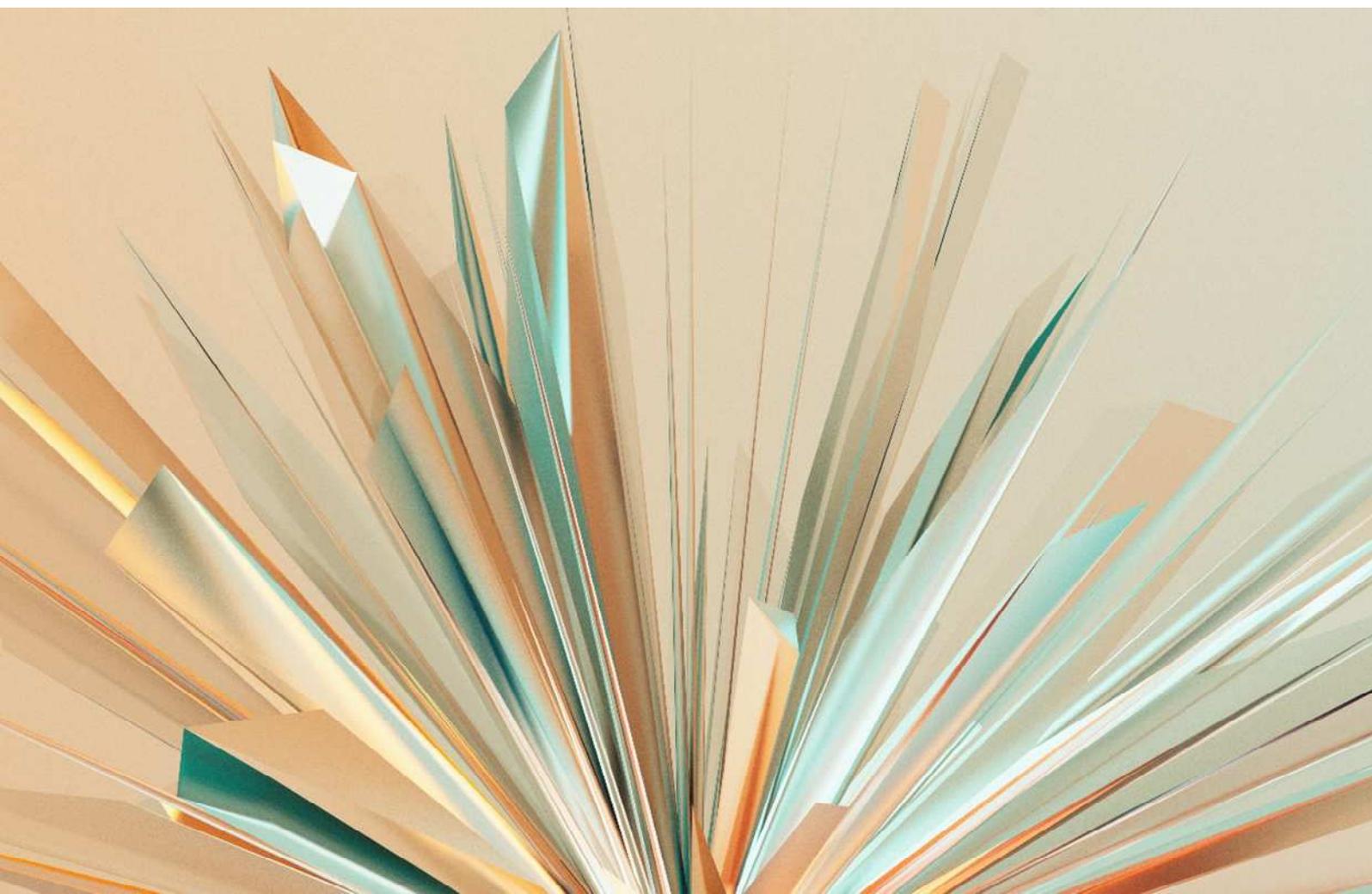


RELATÓRIO 4 - AVALIAÇÃO DA MEDIDA BUPI

Impactos potenciais na mitigação de incêndios



ÍNDICE

1.	Introdução.....	4
2.	Metodologia.....	6
2.1	Áreas de estudo e preparação das “paisagens”	6
2.2	Condições gerais das simulações	8
2.3	Metodologia do Estudo I.1.....	9
2.4	Metodologia do Estudo I.2.....	11
3.	Análise e discussão dos resultados	15
3.1	Caracterização das paisagens estudadas	15
3.2	O impacto potencial no comportamento do fogo	16
3.3	A localização estratégica na prevenção de incêndios.....	23
4.	Notas finais	29
5.	Referências.....	31
	ANEXOS.....	33
	ANEXO I: Concelhos e AIGP nas paisagens estudadas.....	34
	ANEXO II: Mapas de perigosidade de incêndio nas paisagens estudadas.....	35
	ANEXO III: Mapas de comportamento do fogo nos cenários de paisagem não gerida e gerida.....	36
	ANEXO IV: Dados de intensidade e velocidade de propagação do fogo aos níveis da paisagem, das AIGP e dos prédios BUPi	44
	ANEXO V: Dados de tempos de chegada dos incêndios nos diferentes quadrantes em cenários de paisagem não gerida e gerida.....	47
	ANEXO VI: Mapas de áreas prioritárias de gestão seleccionadas em cada paisagem	49
	ANEXO VII: Dados da cobertura dos prédios BUPi nas áreas prioritárias de gestão	51
	ANEXO VIII: Mapas da amostragem para cálculo de índice de seletividade em áreas de gestão prioritária	52
	ANEXO IX: Dados da distribuição de prédios BUPi e áreas prioritárias de gestão para cálculo do índice de selectividade de Manly.....	54

SUMÁRIO EXECUTIVO

O presente relatório inclui dois estudos que pretendem **avaliar o impacto potencial dos prédios inscritos no BUPi (prédios BUPi) na mitigação de incêndios**. Esta avaliação foi concretizada através de diferentes abordagens metodológicas e objetos de análise, e com uma forte componente de Sistemas de Informação Geográfica e simuladores de comportamento do fogo (programa FlamMap).

Estes estudos decorrem em quatro áreas de estudo – “**paisagens**” – com uma dimensão de 30x30 km, distribuídas por territórios abrangidos pela Medida BUPi pertencentes aos distritos de Bragança, Coimbra, Viana do Castelo e Vila Real. Estas paisagens abrangem territórios de 30 municípios, incluindo municípios-piloto e municípios da fase de expansão do BUPi, bem como 15 Áreas Integradas de Gestão da Paisagem (AIGP), 13 das quais integralmente.

No primeiro estudo – **Estudo I.1** – foram realizadas simulações de incêndio, a partir de quatro quadrantes, em dois cenários hipotéticos de gestão de combustíveis na paisagem para a prevenção de incêndios - uma paisagem sem gestão de combustíveis e uma paisagem com gestão de combustíveis circunscrita a áreas correspondentes a prédios BUPi. Os resultados das simulações nos dois cenários de gestão foram comparados em termos de intensidade da frente do fogo, velocidade de propagação do fogo e tempos de chegada do incêndio, com o objetivo de **avaliar o impacto potencial da gestão nos prédios BUPi no comportamento do fogo ao nível da paisagem**. Este estudo foi inspirado nas diretrizes do ICNF, I.P. para avaliação, através do uso de simuladores de comportamento de fogo, do impacto e eficácia das operações de gestão da paisagem nas AIGP para a mitigação de incêndios.

O segundo estudo – **Estudo I.2** – teve por base simulações de incêndio para localizar áreas de gestão prioritárias para travar a propagação de incêndios com origem em diferentes quadrantes nos territórios estudados. A distribuição destas áreas estratégicas foi comparada com a distribuição dos prédios BUPi. Adicionalmente, a localização dos prédios BUPi foi também comparada com a distribuição da perigosidade de incêndio rural nestes territórios.

O objetivo deste estudo foi assim **avaliar a localização estratégica dos prédios BUPi, no âmbito da prevenção de incêndios.**

No **Estudo I.1**, as simulações de comportamento de fogo mostraram que, **no cenário de gestão de combustíveis nas áreas dos prédios BUPi, existe uma redução significativa na intensidade e velocidade do fogo** ao nível da paisagem, bem como um **aumento considerável dos tempos de chegada do incêndio**, indicando que a propagação do incêndio é bastante atrasada no cenário de gestão. Estas tendências foram transversais às paisagens estudadas, ao longo de um gradiente de cobertura (%) por prédios BUPi, e ainda **mais expressivas dentro das AIGP**, onde a cobertura por prédios BUPi é geralmente superior. Existiram, no entanto, alguns contrastes entre as paisagens estudadas, que são em parte explicados pela abundância (%) de prédios BUPi na paisagem e pela ocupação do solo.

O **Estudo I.2** sinalizou várias áreas de gestão prioritária para travar grandes incêndios ao longo das paisagens estudadas. Áreas de gestão sinalizadas por 3-4 simulações foram residuais, cobrindo menos de 2% das paisagens. Verificou-se que **os prédios BUPi cobrem porções consideráveis destas áreas de gestão estratégicas**, embora com diferentes magnitudes entre as paisagens estudadas, em parte explicadas pela abundância dos prédios BUPi. Esta tendência verifica-se também nas áreas de gestão mais importantes, sinalizadas por duas ou mais simulações de incêndios. No entanto, uma amostragem realizada para cálculo de um índice de seletividade, sugere que os prédios BUPi não estão localizados preferencialmente em áreas de gestão, mas sim que a coincidência entre prédios BUPi e áreas de gestão está em equilíbrio com a sua disponibilidade nestas paisagens. A mesma conclusão é válida para a distribuição dos prédios BUPi de acordo com as classes de perigosidade de incêndio rural nestes territórios.

Estes estudos sugerem que a **promoção da gestão nos prédios inscritos no BUPi poderá traduzir-se em impactos positivos na mitigação de incêndios**, mesmo que em áreas relativamente reduzidas ao longo da paisagem. Este impacto positivo dependerá também da localização destas áreas geridas, sendo **importante canalizar esforços para “conhecer” e “gerir” em áreas importantes do ponto de vista da prevenção de incêndios.**

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório constitui o quarto relatório preparado pela equipa do Consórcio CES/FEUC para a eBUPi e o primeiro relatório intercalar da Fase II do estudo de avaliação dos resultados da medida do Sistema de Informação Cadastral Simplificado (Medida BUPi), como resulta do Plano de Estudos apresentado para esta segunda fase¹.

Dos quatro macroestudos propostos para a Fase II, o Estudo 1 – *“Avaliação dos impactos efetivos e potenciais no território decorrentes do BUPi”* –, pretende avaliar o impacto da Medida BUPi tanto na *gestão e valorização do território*, como na *mitigação do risco de incêndio*.

Neste documento são apresentados dois estudos setoriais desenvolvidos no âmbito do Estudo 1, que procuram analisar especificamente o impacto da Medida BUPi na *mitigação do risco de incêndio*, contribuindo, assim, para a avaliação de um dos quatro objetivos gerais da Medida BUPi, o *Objetivo D – Mitigação* (“Mitigar efeitos das alterações climáticas, contribuir para o cumprimento das metas ambientais e facilitar a prevenção e combate aos fogos rurais”). Em particular, estes estudos abordam a avaliação de dois objetivos específicos: *aumentar a resiliência do território aos incêndios rurais (Objetivo D.1)*; *identificar os prédios de maior risco de incêndio (Objetivo D.3)* (CES/FEUC, 2023).

O trabalho realizado tem por base exercícios e análises desenvolvidos em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e simuladores de comportamento do fogo, em particular o programa FlamMap. O programa FlamMap é um programa de modelação do comportamento do fogo que utiliza dados dos complexos combustíveis, da topografia e das condições meteorológicas. Este programa permite simular determinados cenários de incêndio para obter dados de comportamento do fogo ao longo da paisagem, como o comprimento da chama, a velocidade de propagação, a intensidade da frente do fogo ou os tempos de chegada de um incêndio. Permite ainda definir áreas prioritárias de gestão para travar a propagação de grandes incêndios (Finney, 2006).

¹ Cf. Relatório 3, de 31 de maio de 2024.

Os simuladores de comportamento de fogo têm sido usados de forma crescente, incluindo em Portugal, para diferentes propósitos, como a avaliação do efeito de povoamentos florestais no comportamento do fogo (Oliveira *et al.*, 2023) ou o planeamento estrutural no âmbito da prevenção de incêndios (Aparício *et al.*, 2022). Recentemente, exercícios com simuladores de comportamento de fogo passaram a ser exigidos no processo de aprovação das Áreas Integradas de Gestão da Paisagem (AIGP), como forma de avaliar o impacto e eficácia das operações de transformação da paisagem na mitigação de incêndios (ICNF, 2023). Nos estudos realizados para este trabalho são usadas diferentes ferramentas de simulação do programa FlamMap, aplicadas sobre quatro áreas de estudo enquadradas na área de execução da Medida BUPi, com o objetivo de responder a duas questões importantes sobre o impacto potencial da Medida BUPi na mitigação de incêndios:

a) se os prédios BUPi fossem alvo de gestão de combustíveis, qual seria o potencial impacto no comportamento do fogo ao nível da paisagem?

b) os prédios BUPi estão a ser localizados em áreas importantes do ponto de vista da prevenção de incêndios?

Dada a natureza deste trabalho, o relatório está estruturado nos moldes de um trabalho de investigação, que incluem uma secção específica dedicada à metodologia (Secção 2) e uma secção dedicada à apresentação e discussão dos resultados (Secção 3). O relatório termina com a súmula dos principais resultados e conclusões dos estudos realizados (Secção 4).

2. METODOLOGIA

2.1 Áreas de estudo e preparação das “paisagens”

Os dois estudos – **Estudo I.1** e **Estudo I.2** – destinados a avaliar o impacto potencial da Medida BUPi na mitigação de incêndios florestais foram concretizados, em larga medida, através do recurso a simulações de comportamento de fogo efetuadas com o programa FlamMap.

Para realizar simulações sobre determinado território, é necessário, em primeiro lugar, construir uma “paisagem” (*landscape* na terminologia dos simuladores) com informação sobre os complexos combustíveis e a topografia. Estes parâmetros, juntamente com outras condições descritas na secção 2.2, são depois utilizados na modelação do comportamento do fogo, para estimar variáveis como a intensidade da frente de fogo e a velocidade de propagação, ou simular a propagação do incêndio ao longo da paisagem.

Estes estudos distribuíram-se por base quatro paisagens, com uma dimensão de 30 x 30 km (90.000 ha), sobre as quais foram efetuadas as simulações. As paisagens adotaram o nome dos distritos onde maioritariamente se enquadram: Bragança, Coimbra, Viana do Castelo e Vila Real (Fig. 1).

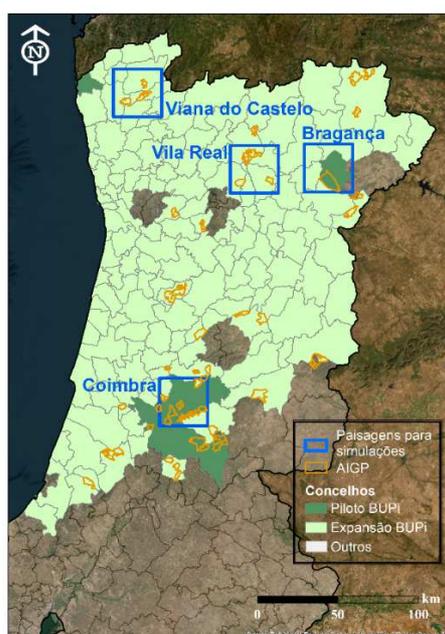


Fig. 1 – Localização das paisagens estudadas.

A escolha da localização destas paisagens obedeceu aos seguintes critérios:

- a) integrarem predominantemente concelhos-piloto ou concelhos da fase de expansão do BUPi;
- b) integrarem predominantemente áreas de alta e muito alta perigosidade de incêndio rural;
- c) integrarem pelo menos uma Área Integrada de Gestão da Paisagem (AIGP);
- d) distribuírem-se por diferentes regiões bioclimáticas.

A “paisagem” em cada área de estudo foi constituída por cinco camadas de informação geográfica, necessárias para modelar o comportamento do fogo de superfície: modelos de combustíveis, cobertos de copas, altitudes, declives e exposições.

Os modelos de combustível são um conjunto de parâmetros quantitativos (e.g. cargas combustíveis; profundidade da folhada) que caracterizam determinado complexo combustível (e.g. eucaliptal, pastagens, olival).

O mapa de modelos de combustível foi produzido através da reclassificação das ocupações do solo de 2018, em Portugal Continental (DGT, 2018), usando os modelos de Fernandes e Loureiro (2022). Por omissão, a cada classe de ocupação do solo foi atribuído o correspondente modelo de combustível com a maior carga combustível, assumindo a ausência de gestão florestal. Por exemplo, nos pinhais foi assumido o modelo que considera a existência de sob-coberto de matos (M-PIN), ao invés do modelo onde predomina a folhada (F-PIN), com menor carga combustível. Assim, em oposição a esta paisagem “não gerida”, será possível criar uma paisagem “gerida” para efeitos comparativos a nível do comportamento do fogo.

O mapa de coberto de copas utilizou valores generalistas adequados a cada tipo de ocupação do solo. Os mapas de altitudes, declives e exposições foram produzidos a partir de um modelo digital de terreno disponibilizado pela Agência Europeia do Ambiente (AEA/EEA) com uma resolução de 25 metros (EEA, 2018). Estes cinco mapas foram produzidos para cada paisagem com uma resolução (tamanho dos pixéis) de 30 metros.

Para além da paisagem padrão “não gerida” em cada área em estudo, foram criados outros dois modelos de paisagem “gerida” onde foram utilizados modelos de combustível com

menor carga combustível associados à gestão de combustíveis para a prevenção de incêndios. Assim, uma segunda paisagem considerou que apenas as áreas onde se enquadram os prédios inscritos no BUPi (prédios BUPi) estão geridas. A cartografia dos prédios BUPi foi disponibilizada pela eBUPi em formato vetorial, atualizada a maio de 2024. Uma terceira paisagem, chamada de “paisagem ideal” (*ideal landscape* na terminologia do programa), considerou que toda a paisagem está gerida, incluindo prédios com e sem inscrição no BUPi. Estas novas tipologias de paisagens “geridas” foram utilizadas em diferentes contextos e para diferentes propósitos nos dois estudos apresentados neste trabalho, descritos nas subsecções 2.3 (Estudo I.1) e 2.4 (Estudo I.2).

2.2 Condições gerais das simulações

Nas simulações de comportamento de fogo, para além dos parâmetros descritos na secção anterior (complexos combustíveis e topografia), é necessário definir outras variáveis, como o vento e a humidade de combustíveis que determinam fortemente o comportamento do fogo. Nas simulações realizadas em ambos os estudos, foram adotadas condições extremas de humidade dos combustíveis e de vento, no contexto regional das paisagens estudadas. Estes dados foram definidos para cada paisagem com base no trabalho de Alcasena *et al.* (2021), que define os valores extremos destas variáveis para as diferentes regiões de Portugal Continental (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores de velocidade do vento e humidades dos combustíveis utilizados nas simulações de comportamento do fogo em conformidade com os extremos nas regiões das paisagens analisadas

Paisagem	Velocidade do vento (km/h)	Humidade dos combustíveis (%)				
		1 h	10 h	100 h	Vivos herbáceos	Vivos lenhosos
Coimbra	31	6	8	10	37	66
Vila Real	19	7	9	13	38	67
Bragança	21	7	8	10	32	57
Viana do Castelo	24	9	12	15	45	70

As simulações de comportamento de fogo têm origem em pontos ou linhas de ignição a partir dos quais se inicia o incêndio. Nos dois estudos foram definidas linhas de ignição ao longo dos limites da paisagem, de forma a produzir simulações com origem nos quadrantes Norte, Este, Sul e Oeste. Desta forma, foi possível simular cenários de incêndio, sob condições extremas, com origem nos diferentes quadrantes.

Vários dos critérios utilizados nestas simulações estão em conformidade com as diretrizes do ICNF, I.P. para as simulações a realizar no processo de candidatura das AIGP, com vista a fundamentar as respetivas operações de gestão da paisagem e a estimar o seu impacto e a sua eficácia na prevenção de incêndios (ICNF, 2023). Estes critérios incluem a resolução da paisagem (30 m), as condições meteorológicas, a humidade dos combustíveis, a posição das linhas de ignição nos diferentes quadrantes, a comparação entre paisagens não geridas e geridas, e as variáveis do comportamento do fogo analisadas.

2.3 Metodologia do Estudo I.1

O **Estudo I.1** pretende analisar o impacto potencial da gestão de combustíveis nos prédios inscritos no BUPi (prédios BUPi) no comportamento do fogo ao nível da paisagem. Para tal, foram realizadas simulações de comportamento do fogo com recurso à ferramenta *Minimum Travel Times* (MTT) do programa FlamMap.

A ferramenta MTT permite, a partir de uma ou mais ignições, e sob condições meteorológicas constantes, modelar diferentes variáveis de comportamento do fogo, obter os “caminhos principais do fogo” (*Major Paths*), que representam as rotas mais rápidas por onde o fogo se propaga, ou estimar os “tempos de chegada” do incêndio, que retratam o avanço do incêndio ao longo do tempo pela paisagem.

Em cada paisagem estudada, foram realizadas simulações em dois cenários de gestão de combustíveis, explicados na secção 2.1: um cenário com a *paisagem não gerida* e um cenário em que *apenas os prédios BUPi estão geridos*, ou seja, assumindo que todos os prédios rústicos inscritos no BUPi foram alvo de gestão de combustíveis com vista à prevenção de incêndios. Desta forma, através da comparação das simulações nos dois cenários de gestão, é possível avaliar o impacto potencial da gestão dos prédios BUPi no comportamento do fogo

ao nível da paisagem. No total, foram realizadas 32 simulações neste estudo: quatro paisagens (Bragança; Coimbra; Viana do Castelo; Vila Real) * 2 cenários de gestão (não gerida; gerida) * quatro quadrantes / linhas de ignição (Norte; Este; Sul; Oeste).

As simulações com MTT usaram uma resolução de 120 m. O tempo de simulação foi definido como zero, equivalente a ausência de tempo, permitindo que o incêndio percorra toda a paisagem. Para cada simulação foram produzidos, sob a forma de mapas *raster* com resolução de 120 m, os valores de intensidade da frente do fogo (kw/m), velocidade de propagação do fogo (m/min) e tempos de chegada (min.) ao longo da paisagem. Os “tempos de chegada” (*arrival times*) representam o tempo que o incêndio demorou a chegar a cada ponto da paisagem desde o seu início na linha de ignição.

Os dados de intensidade e velocidade do fogo foram extraídos para uma grelha regular de pontos sobreposta a cada paisagem. A grelha de pontos foi produzida com uma resolução de 120 m, idêntica aos *rasters*, de forma que cada ponto corresponde a um pixel dos resultados das simulações. A grelha originou um total de 62.500 pontos/observações em cada paisagem, ao qual foram subtraídos os pontos localizados em áreas sem combustíveis (linhas de água, áreas urbanas, etc.) e, portanto, sem observações de comportamento de fogo.

Os resultados de comportamento de fogo (intensidade e velocidade) foram analisados sob três níveis /escalas de análise: a) ao nível da paisagem; b) ao nível das AIGP em cada paisagem; d) ao nível dos prédios BUPi em cada paisagem.

A comparação dos resultados entre os cenários de paisagem não gerida e gerida, para testar a existência de diferenças significativas, foi efetuada através do teste não-paramétrico de Mann-Whitney U (Wilcoxon rank-sum test) para comparação de dois grupos (não gerida vs. gerida). Este teste foi escolhido dada a não normalidade da distribuição de valores e a natureza independente das amostras.

Foi também analisado o tempo que os incêndios demoraram a atravessar as paisagens (tempos de chegada) a partir dos diferentes quadrantes e nos dois cenários de gestão. Foram recolhidos os tempos de chegada nos limites das paisagens opostos às linhas de ignição, através de uma linha de pontos de amostragem com uma equidistância de 100 m. A partir destes pontos de amostragem foram calculados os tempos médios, mínimos e máximos (em minutos) (Fig. 2).

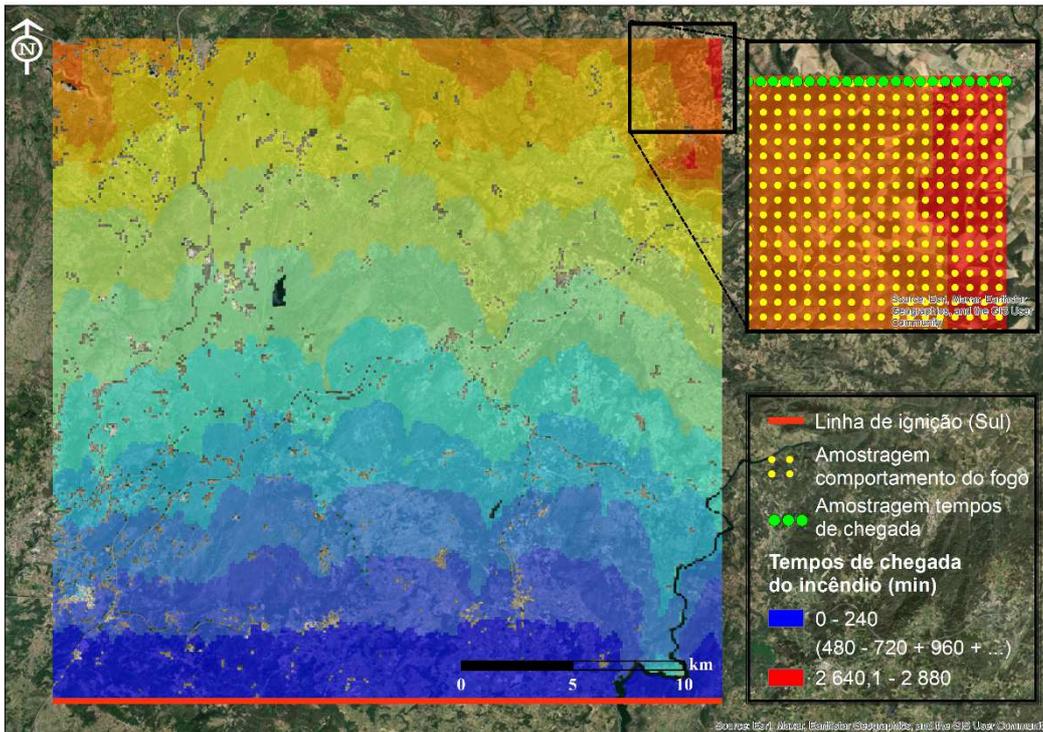


Fig. 2 - Exemplificação dos tempos de chegada de um incêndio, na paisagem de Vila Real com ignição a Sul, com processo de amostragem para recolha dos tempos de chegada no final da paisagem (limite Norte) e do comportamento do fogo por toda a paisagem.

2.4 Metodologia do Estudo I.2

O **Estudo I.2** pretende avaliar a localização estratégica dos prédios inscritos no BUPi (prédios BUPi) no contexto da prevenção de incêndios. A localização foi avaliada através de duas abordagens:

- Em primeiro lugar, a localização dos prédios BUPi foi comparada com a localização de áreas prioritárias de gestão de combustíveis para travar grandes incêndios, de acordo com simulações de incêndio (*a*).
- Em segundo lugar, a localização dos prédios BUPi foi comparada com a distribuição das áreas classificadas de acordo com a perigosidade de incêndio rural (*b*).

a) Na primeira abordagem, foram realizadas simulações com a ferramenta *Treatment Optimization Model* (TOM) do programa FlamMap. A ferramenta TOM permite identificar áreas prioritárias de gestão de combustíveis, as quais são localizadas estrategicamente para

travar a propagação de um incêndio ao longo dos “caminhos principais do fogo” (*Major Paths*), ou seja, das rotas por onde a frente de fogo se propaga mais rapidamente.

As áreas de gestão são escolhidas com base numa “paisagem ideal”, a qual retrata o território em questão completamente gerido. As áreas no território em estudo que sofreram alterações nos modelos de combustível entre a paisagem não gerida e esta nova paisagem ideal são encaradas pela ferramenta TOM como candidatas a áreas de gestão, sendo esse novo modelo de combustível assumido como o resultado da gestão. Por exemplo, povoamentos de eucalipto com sob-coberto, classificados como o modelo M-EUC na paisagem original, ao passarem para o modelo F-EUC na paisagem ideal, indicam ao programa que esses eucaliptais podem ser geridos, e que os parâmetros do modelo F-EUC são resultado da gestão.

Desta forma, a ferramenta TOM escolhe criteriosamente os locais prioritários de gestão mais importantes para travar a propagação do incêndio em determinado cenário de incêndio. A escolha das áreas de gestão está limitada por fatores, como a dimensão das áreas de gestão e a porção de paisagem (%) que pode ser gerida em cada paisagem.

Em cada paisagem foram realizadas quatro simulações com a ferramenta TOM, a partir de linhas de ignição nos quatro quadrantes. Assim, foi realizado um total de 16 simulações: quatro paisagens (Bragança; Coimbra; Viana do Castelo; Vila Real) * quatro quadrantes. A resolução dos cálculos do TOM foi definida em 300 m. A dimensão máxima das áreas de gestão foi definida em 900 m. A porção da paisagem passível de gestão (*Treatment Fraction*) foi definida em 10% (9.000 ha), correspondendo ao mínimo recomendado pelo programa.

Cada simulação originou em cada paisagem um mapa com um conjunto de áreas prioritárias de gestão, identificadas com o valor 1 nesses pixéis, em oposição ao valor 0 nas áreas não selecionadas. Os mapas com áreas de gestão do TOM foram importados para SIG, de modo a produzir um mapa compósito para cada paisagem com a soma das quatro simulações, com valores entre 0 e 4, onde os pixéis com 0 significam que a área não foi selecionada por nenhuma simulação, e os pixéis com o valor de 4 significam que quatro simulações selecionaram aquela área, permitindo, assim, obter um gradiente de importância nas áreas de gestão identificadas. A distribuição das áreas prioritárias de gestão foi comparada com a distribuição dos prédios BUPi em cada paisagem, para avaliar a sua localização em termos estratégicos no âmbito da prevenção de incêndios.

b) Foi desenvolvida uma segunda abordagem de análise para avaliar se existe, ou não, alguma preferência de localização dos prédios BUPi nas áreas de gestão prioritárias identificadas. Esta análise foi concretizada através da aplicação do Índice de Seletividade de Manly, utilizado originalmente em ecologia (Manly, 1974), mas aplicável a outros contextos, como a seletividade dos incêndios por áreas de gestão (Deus, 2010). Este índice avalia a preferência (ou evitação) de um recurso em relação à sua disponibilidade.

Para esta análise, foram criadas em SIG nove áreas de amostragem aleatórias em cada paisagem, sob a forma de áreas circulares com 2 km de raio, cobrindo uma área de 1.256,6 ha. Em cada área de amostragem foi calculada a área total dos prédios BUPi, a área total das áreas de gestão selecionadas pela ferramenta TOM e a área total de sobreposição das áreas anteriores (áreas de gestão em prédios BUPi), permitindo calcular a seguinte fórmula do índice de seletividade:

$$IS = \frac{TOM \text{ em prédios BUPi} / \text{Área total TOM}}{\text{Área total Prédios BUPi} / \text{Área da paisagem}}$$

Os resultados deste índice de seletividade variam entre 0 e $+\infty$, em que valores próximos de zero sugerem que o recurso é fortemente evitado, valores próximos de 1 indicam um uso proporcional à disponibilidade do recurso e valores superiores a 1 sugerem uma preferência por esse recurso, ou seja, os prédios BUPi localizam-se preferencialmente em áreas prioritárias de gestão.

A localização dos prédios BUPi foi ainda analisada em relação aos níveis de perigosidade de incêndio, por forma a avaliar se os prédios BUPi estão localizados preferencialmente em zonas de maior perigosidade de incêndio rural. A perigosidade foi obtida em formato vetorial, através da carta de perigosidade de incêndio rural para Portugal Continental (ICNF, 2021).

Para concretizar esta análise, foi realizada uma amostragem nas paisagens estudadas, através de uma grelha regular de pontos com uma equidistância de 1 km. Para cada ponto foi recolhida informação da classe de perigosidade (*muito baixa, baixa, média, alta e muito alta*) e a existência ou ausência de prédios BUPi. Desta forma, para cada paisagem estudada, foi

produzida uma matriz com a contagem de pontos (observações) por classes de perigosidade e por existência/ausência de prédios BUPi, para avaliar a distribuição das observações.

As distribuições das observações em cada paisagem foram comparadas com um teste de qui-quadrado (χ^2). O teste de qui-quadrado é uma técnica estatística utilizada para determinar se há uma diferença significativa entre as distribuições observadas e esperadas em diferentes categorias. Neste contexto, este teste estatístico pretende verificar se a distribuição dos prédios BUPi pelas classes de perigosidade difere da distribuição geral das classes de perigosidade na paisagem. Assim, a hipótese nula é de que a distribuição dos prédios BUPi pelas classes de perigosidade é aleatória. A rejeição da hipótese nula ($p < 0,05$) indica que os prédios BUPi estão localizados de forma não aleatória, potencialmente preferindo ou evitando zonas de maior perigosidade de incêndio rural.

Devido ao número de observações reduzido ou mesmo nulo em algumas classes e paisagens, e de forma a cumprir os pressupostos deste teste estatístico, as classes de perigosidade foram agregadas em duas classes:

- i. *perigosidade baixa*, que inclui as observações nas classes muito baixa, baixa e média;
- ii. *perigosidade alta*, que inclui as observações nas classes alta e muito alta.

3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

3.1 Caracterização das paisagens estudadas

As quatro paisagens analisadas cobrem uma área total de 360.000 ha (4 paisagens de 90.000 ha) e enquadram parcialmente 30 concelhos (cf. Anexo I).

Nestas paisagens existe um total de 214.743 prédios inscritos no BUPi (prédios BUPi), cobrindo entre 21,1% (Viana do Castelo) e 42,2% (Bragança) das paisagens. As paisagens com maior cobertura por prédios BUPi são Bragança (42,2%) e Coimbra (37,7%), compostas em parte por concelhos-piloto. Um total de 15 AIGP foram enquadradas nestas paisagens, 13 das quais integralmente, cobrindo entre 8,7% (Bragança e Vila Real) e 25,4% (Coimbra) das paisagens. Os prédios BUPi cobrem 65,5% das AIGP, mas o grau de cobertura é distinto em cada paisagem, variando desde 35,2% de cobertura em Vila Real, até 83,2% em Viana do Castelo. Nas paisagens analisadas predominam as classes alta e muito alta de perigosidade (cf. Anexo II). No total das paisagens predominam classes de perigosidade alta e muito alta (66,3%), variando entre 50,8% em Bragança e 94,0% em Coimbra (Tabela 2).

Tabela 2 - Caracterização das paisagens estudadas.

Paisagem	Prédios BUPi (n)	Cobertura Prédios BUPi (%) ¹	AIGP (n; %)	Prédios BUPi em AIGP (%) ¹	Perigosidade alta e muito alta (%)
Bragança	33.156	42,1%	1; 8,7%	65,2%	50,8%
Coimbra	57.915	37,7%	8; 13,0%	46,9%	90,0%
Viana do Castelo	68.619	21,1%	3; 25,4%	83,2%	56,4%
Vila Real	55.053	30,7%	3; 8,7%	35,2%	63,5%
Total	214.743	59,7%	15; 13,9%	64,5%	66,3%

¹ Cálculo da área excluindo sobreposições.

Observam-se contrastes importantes entre paisagens, ao nível das ocupações do solo, que importam realçar no contexto das simulações de comportamento de fogo. De acordo com a cartografia de ocupação do solo mais recente (DGT, 2018), na paisagem de Coimbra há um predomínio de florestas (78,1%), em contraste com uma reduzida cobertura por áreas agrícolas (5,1%). As restantes três paisagens apresentam perfis relativamente semelhantes na ocupação do solo e distintos em relação à paisagem de Coimbra, com uma maior representação da agricultura, variando entre 22,5% (Viana do Castelo) e 37,0% (Bragança), e menor cobertura por florestas, entre 29,4% (Bragança) e 41,5% (Viana do Castelo). O coberto de matos tem maior homogeneidade entre paisagens, variando entre os 12,9% em Coimbra e 27,4% em Bragança (Fig. 3).

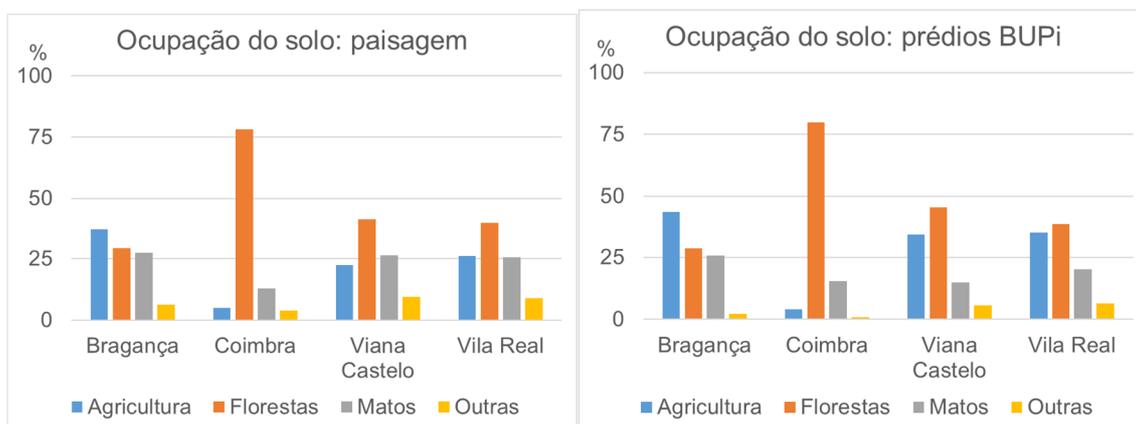


Fig. 3 - Ocupação do solo nas paisagens estudadas (esquerda) e nos prédios BUPi dentro das paisagens estudadas (direita).

3.2 O impacto potencial no comportamento do fogo

Foram produzidas simulações de incêndio em cada paisagem sob dois cenários hipotéticos – uma paisagem não gerida e uma paisagem com gestão de combustíveis apenas nos prédios inscritos no BUPi. A comparação dos resultados nos dois cenários pretendeu avaliar o impacto potencial da gestão de combustíveis nos prédios BUPi no comportamento do fogo ao nível da paisagem. Os resultados foram analisados sob três níveis de análise: ao nível da paisagem, ao nível das AIGP e ao nível dos prédios BUPi.

Os resultados mostram que, ao passar de um cenário de paisagem não gerida para um outro de paisagem gerida, existem reduções muito significativas na intensidade da frente de fogo e na velocidade de propagação. Esta tendência foi comum aos três níveis de análise - paisagem, AIGP e prédios BUPi (Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6, Fig. 7).

No conjunto das paisagens, houve uma variação de -30,9% na intensidade e de -19,8% na velocidade de propagação do fogo (Tabela 3; Tabela 4). Regra geral, a redução é mais expressiva na intensidade do fogo em relação à velocidade de propagação nos três níveis de análise. Verificou-se também, nos cenários de paisagem gerida, uma redução considerável das áreas com intensidade do fogo extrema (> 10.000 kw/m) e de velocidade elevada (> 15 m/min). Os mapas com os resultados de comportamento do fogo são disponibilizados no Anexo III.

Tabela 3 - Comparação da **intensidade da frente de fogo média** (kw/m \pm desvio padrão) entre cenários de paisagem não gerida e gerida nos totais das paisagens, das AIGP e dos prédios BUPi. Comparações através do teste de Mann-Whitney. Os dados por paisagem são disponibilizados no Anexo IV.

Área de amostragem	Pontos (n)	Gerido (kw/m)	Não gerido (kw/m)	Variação (%)	w	p
Paisagens (total)	241.296	4.751,8 ($\pm 4.475,7$)	6.875,6 ($\pm 5.409,9$)	-30,9%	2.2406e+10	***
AIGP (total)	34.191	3.796,6 ($\pm 3.719,9$)	6.737,2 ($\pm 4.968,7$)	-43,6%	378583671	***
Prédios BUPi (total)	82.317	2399,1 ($\pm 2.660,4$)	6.543,9 ($\pm 5.638,7$)	-63,3%	1940571595	***

Tabela 4 - Comparação da **velocidade de propagação do fogo média** (m/min \pm desvio padrão) entre cenários de paisagem não gerida e gerida nos totais das paisagens, das AIGP e dos prédios BUPi. Comparações através do teste de Mann-Whitney. Os dados por paisagem são disponibilizados no Anexo IV.

Área de amostragem	Pontos (n)	Gerido (m/min)	Não gerido (m/min)	Variação (%)	w	p
Paisagens (total)	241.296	11,6 ($\pm 3,9$)	14,5 ($\pm 4,3$)	-19,8%	1.8301e+10	***
AIGP (total)	34.191	3.796,6 ($\pm 3.719,9$)	6.737,2 ($\pm 4.968,7$)	-25,3%	298394623	***
Prédios BUPi (total)	82.317	9,9 ($\pm 3,8$)	14,7 ($\pm 4,4$)	-32,7%	1361347200	***

Entre as paisagens estudadas, estas variações foram mais expressivas em Coimbra, com uma variação de -41,2% na intensidade e -30,0% na velocidade de propagação do fogo. A redução mais expressiva do comportamento do fogo em Coimbra pode ser explicada por três fatores. Em primeiro lugar, as simulações sobre Coimbra usaram condições mais extremas de velocidade de vento e de humidade dos combustíveis (Tabela 1), as quais explicam os valores médios mais elevados de intensidade e velocidade do fogo, e consequentemente um maior contraste face ao comportamento do fogo sob as mesmas condições numa paisagem gerida. Em segundo lugar, a paisagem de Coimbra apresenta a maior cobertura por prédios BUPi (37,7%) de entre o conjunto de paisagens analisadas e, portanto, considerando que a gestão foi aplicada apenas aos prédios BUPi, dispõe de maior área passível de gestão. Por fim, a paisagem de Coimbra apresenta uma maior proporção de área classificada como florestas (78,1%), incluindo nos prédios BUPi (79,9%), por norma associada a modelos de combustível com elevadas cargas e combustibilidade. Desta forma, a transição de vastas áreas para modelos de combustível associados à gestão dos combustíveis proporciona uma redução considerável nos valores médios destas variáveis.

Em contraste, as paisagens de Viana do Castelo e de Vila Real, apesar de beneficiarem de reduções significativas no comportamento do fogo, mostraram variações menos expressivas, que se podem explicar pelas razões opostas às descritas para a paisagem de Coimbra, incluindo uma menor cobertura das paisagens por prédios BUPi, entre -21,1% (Viana do Castelo) e -30,7% (Vila Real) (Fig. 4).

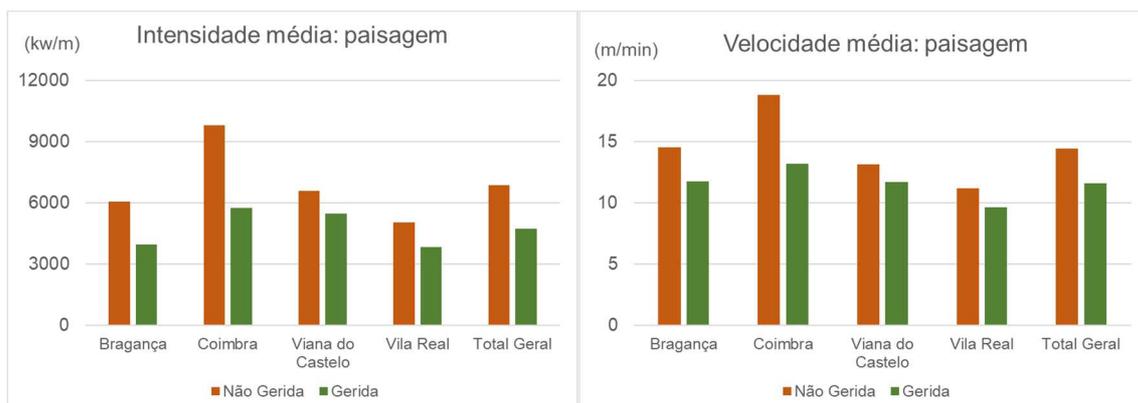


Fig. 4 - Valores médios de intensidade (kW/m) e velocidade de propagação (m/min) do fogo nas paisagens estudadas.

Ao nível das AIGP verifica-se, em todas as paisagens estudadas, uma redução ainda mais expressiva nos valores médios de comportamento de fogo quando comparado com os resultados ao nível da paisagem (Fig. 5). No total das paisagens, nas AIGP, observa-se uma variação de -43,6% na intensidade do fogo e de -25,3% na velocidade de propagação (Tabela 3; Tabela 4). As variações mais expressivas nas AIGP observam-se nas paisagens de Bragança e Viana do Castelo, chegando a -51,1% e -43,7% no caso da intensidade do fogo, e -32,0% e -19,1% na velocidade de propagação, respetivamente (Fig. 6). Os resultados expressivos nestas paisagens são explicados em parte porque as respetivas AIGP beneficiam de relativamente elevada cobertura por prédios BUPi, atingindo os 65,2% em Bragança e 83,2% em Viana do Castelo (cf. Tabela 2).

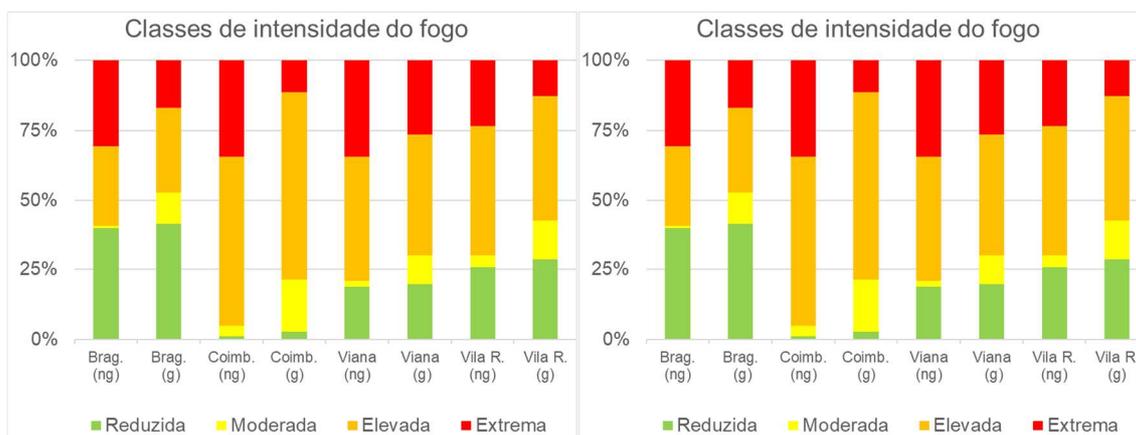


Fig. 5 - Distribuição da intensidade (kw/m; esquerda) e velocidade de propagação (m/min; direita) do fogo por classes nas paisagens estudadas. ng: não gerida; g: gerida. Classes de intensidade (kw/m): reduzida <500; moderada entre 501-2.000; elevada entre 2.001-10.000; extrema > 1000. Classes de velocidade (m/min): reduzida < 5; moderada entre 5-15; elevada: >15.

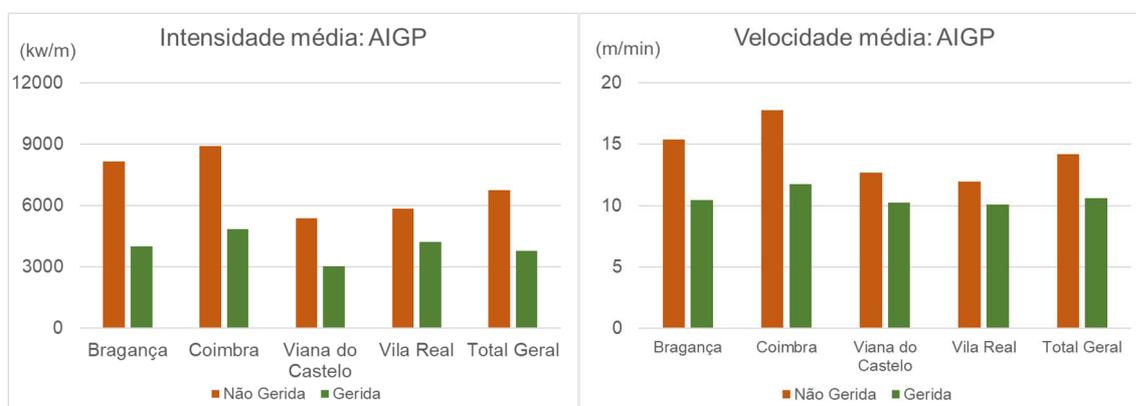


Fig. 6 - Valores médios de intensidade e velocidade de propagação do fogo nas AIGP dentro das paisagens estudadas.

Ao nível dos prédios BUPi, ao comparar o cenário de paisagem não gerida com o de uma paisagem gerida, observa-se uma redução ainda mais expressiva dos valores médios das variáveis de comportamento do fogo (Fig. 7).

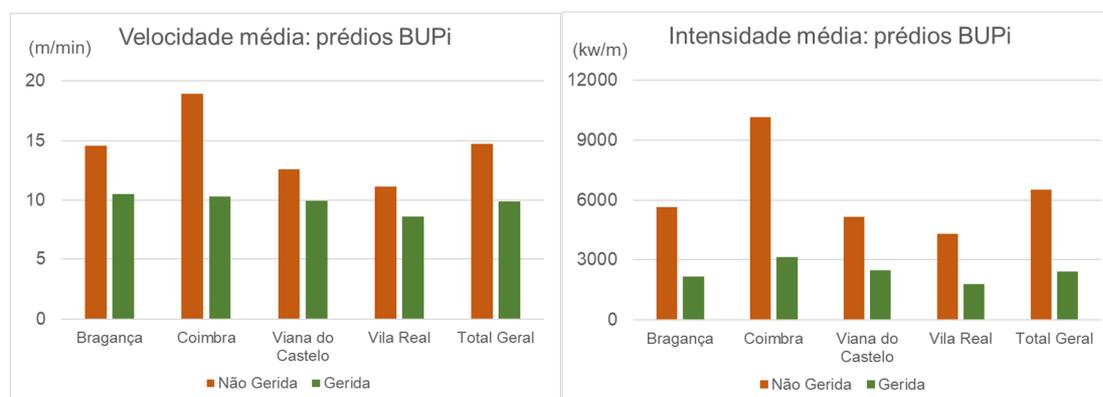


Fig. 7 - Valores médios de intensidade e velocidade de propagação do fogo nos prédios BUPi dentro das paisagens estudadas.

No total das paisagens, a variação é de -63,3% na intensidade do fogo e de -32,7% na velocidade de propagação (cf. Tabela 3 e Tabela 4). Esta redução mais expressiva nos prédios BUPi seria expectável considerando que, para o propósito destes exercícios, a gestão dos combustíveis foi circunscrita aos prédios BUPi. A magnitude desta variação depende essencialmente das ocupações do solo nos prédios BUPi e nas subjacentes alterações dos modelos de combustíveis decorrentes da hipotética gestão. Este fator explica, por exemplo, as grandes variações registadas na paisagem de Coimbra, onde predomina o coberto florestal nos prédios BUPi, quer em termos de intensidade (-69,3%), quer em velocidade de propagação do fogo (-45,7%) (cf. Fig. 3). A partir das simulações realizadas, foram também calculados os “tempos de chegada” ao final da paisagem, ou seja, os tempos que os incêndios levaram a atravessar toda a paisagem (30 km) a partir dos quatro quadrantes, para comparar a progressão dos incêndios entre cenários de paisagem não gerida e gerida.

Na Tabela 5 são apresentados, para cada paisagem, os valores médios dos quatro quadrantes, onde se constata um abrandamento geral na propagação dos incêndios nos cenários de paisagem gerida. No total das paisagens, os incêndios demoram em média 1.762 minutos (29,4 horas) a atravessar as paisagens no cenário de paisagem não gerida, em contraste com

1.942 minutos (32,4 horas) nos cenários de paisagem gerida, o que corresponde a um abrandamento (diferença) de 180 minutos (3 horas).

Tabela 5 - Tempos médios (min) que os incêndios demoram a atravessar as paisagens de estudo nos cenários de paisagem não gerida e gerida. Os dados por quadrante são disponibilizados no Anexo V.

Paisagem	Não gerida	Gerida	Não gerido (kw/m)
	Tempo médio (min.) (mín.; máx.)	Tempo médio (min.) (mín.; máx.)	
Bragança	1751 (1650; 1868)	1866 (1695; 2254)	-115 min (-1,9 h)
Coimbra	1314 (1136; 3180)	1666 (1356; 3910)	-353 min (-5,9 h)
Viana do Castelo	1812 (1579; 2149)	1924 (1676; 2306)	-112 min (-1,9 h)
Vila Real	2181 (1961; 3260)	2342 (2012; 3535)	-161 min (-2,7 h)
Total	1762 (1136; 3260)	1942 (1356; 3910)	-180 min (-3,0 h)

Observam-se diferenças consideráveis nos tempos de chegada entre as paisagens estudadas. Os tempos de chegada nos cenários de paisagem não gerida oscilam entre 1314 minutos (21,9 horas) em Coimbra e 2181 minutos (36,4 horas) em Vila Real. Estas diferenças podem ser em parte explicadas pela velocidade do vento usada nas simulações (Tabela 1), mas também pela presença de obstáculos à propagação dos incêndios como rios e albufeiras. No entanto, as diferenças de tempo entre paisagens não geridas e geridas não são proporcionais nas diferentes paisagens analisadas, variando entre 112-115 minutos (1,9 horas) em Bragança e Viana do Castelo, e 353 minutos (5,9 horas) em Coimbra. Estas discrepâncias poderão ser explicadas não só pela abundância de áreas geridas (prédios BUPi), mas também pela sua localização em relação aos caminhos por onde o incêndio se propaga mais depressa, e o subsequente efeito na propagação dos incêndios. Dentro das mesmas paisagens, também se observam diferenças consideráveis entre os diferentes quadrantes (Anexo V). Mais uma vez, a distribuição dos prédios BUPi, alvos da hipotética gestão para efeitos deste exercício, poderá ter diferentes influências mediante a direção dos incêndios, tal como os referidos obstáculos à propagação. No Anexo V são apresentados os valores desagregados por quadrante e por paisagem.

Os resultados das simulações em cenários de paisagem não gerida e gerida sugerem que a gestão de combustíveis nas áreas onde se encontram os prédios BUPi pode ter um impacto significativo no comportamento do fogo, à escala da paisagem. Este impacto foi transversal

às paisagens estudadas, apesar do relativamente elevado gradiente de cobertura por prédios BUPi das mesmas, e que varia entre c. 21% (Viana do Castelo) e 42% (Bragança) (cf. Tabela 2). Este impacto potencial é ainda maior nas AIGP, devido à maior cobertura por prédios BUPi. O grau de cobertura de prédios BUPi nas paisagens, assumindo a gestão de combustíveis nestes locais, foi um fator determinante na redução do comportamento do fogo.

A Fig. 8 mostra, de facto, uma relação sólida entre cobertura pelos prédios BUPi (%) e a variação (%) do comportamento do fogo, entre os modelos de paisagem não gerida e gerida, especialmente na intensidade do fogo ($R^2=0.79$), em contraste com a velocidade de propagação ($R^2=0.49$). No entanto, este modelo explica apenas parte desta relação, o que significa que outras variáveis deverão ter um papel importante na variação no comportamento do fogo ao nível da paisagem.

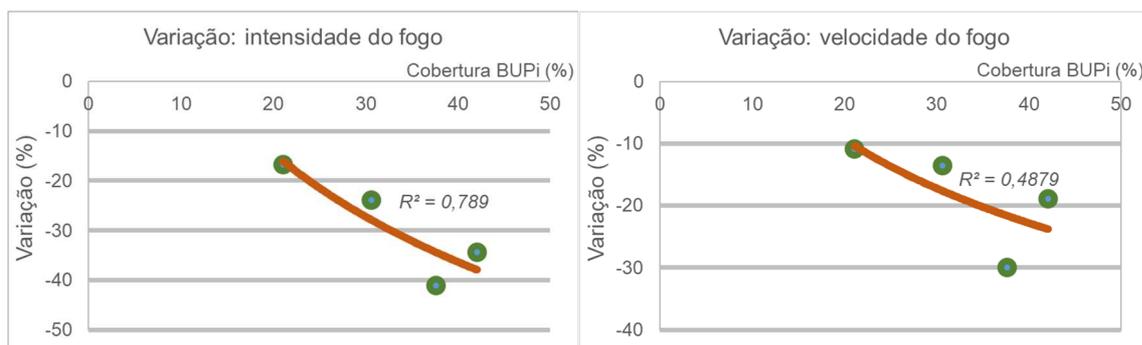


Fig. 8 - Relação entre cobertura dos prédios BUPi com gestão (%) e variação na intensidade (esquerda) e na velocidade (direita) do fogo nas paisagens de estudo.

O estudo destas variáveis explicativas adicionais exigiria uma amostragem mais robusta de “paisagens” de estudo e a recolha de variáveis adicionais, mas será expectável que estas variáveis incluam as ocupações do solo no conjunto de áreas geridas (prédios BUPi), os padrões de distribuição espacial das áreas geridas (e.g. aglomeração ou pulverização) e a localização estratégica das áreas geridas quanto ao seu efeito na propagação do fogo (analisada no [Estudo I.2](#)).

3.3 A localização estratégica na prevenção de incêndios

Foram produzidas simulações sobre as paisagens estudadas com a ferramenta *Treatment Optimization Model* (TOM) do programa FlamMap, que localiza áreas de gestão prioritária face a cenários de incêndio com o objetivo de travar a sua propagação.

A localização das áreas de gestão identificadas foi comparada com a localização dos prédios inscritos no BUPi (prédios BUPi) para avaliar o impacto potencial dos prédios BUPi na propagação de incêndios.

Em cada paisagem, foram combinados os resultados das simulações de incêndios com origem nos quatro quadrantes para produzir um indicador (score) da importância das áreas de gestão sinalizadas. Este indicador pode ter os valores entre 1 e 4, consoante o número de simulações que sinalizaram estas áreas. As áreas de gestão sinalizadas por mais do que uma simulação, assumem maior importância devido à sua localização estratégica para travar a propagação de incêndios sob uma maior diversidade de cenários.

As simulações com a ferramenta TOM selecionaram várias áreas de gestão prioritária distribuídas ao longo das paisagens. Estas áreas de gestão cobrem cerca de um terço das paisagens, entre 29.151 ha em Vila Real (32,4%) e 31.149 ha em Coimbra (34,6%).

A maioria destas áreas de gestão foram selecionadas por apenas uma simulação, cobrindo entre 22.707 ha em Vila Real (25,2%) e 25.785 ha em Coimbra (28,7%).

As áreas de gestão selecionadas por duas simulações têm ainda uma representação relevante em cada paisagem, a rondar os 4.878 ha (5,4%) em Coimbra e o 5.787 ha (6,4%) em Bragança. Em contraste, as áreas sinalizadas por três ou quatro simulações foram quase residuais nas paisagens estudadas, ocupando entre 468-738 ha para três simulações (0,5-0,8%), e entre 18-81 ha para quatro simulações (0,02 - 0,09%) (Tabela 6).

Tabela 6 - Distribuição das áreas de gestão prioritárias nas paisagens estudadas por níveis de importância determinados pelo número de simulações que as selecionaram (entre 1-4 simulações).

Paisagem	Áreas de gestão TOM sinalizadas por:				
	1 simulação (ha; %)	2 simulações (ha; %)	3 simulações (ha; %)	4 simulações (ha; %)	Total (ha; %)
Bragança	22.770 (25,3%)	5.787 (6,4%)	738 (0,8%)	54 (0,06%)	29.349 (32,6%)
Coimbra	25.785 (28,7%)	4.878 (5,4%)	468 (0,5%)	18 (0,02%)	31.149 (34,6%)
Viana do Castelo	23.697 (26,3%)	5.274 (5,9%)	558 (0,6%)	27 (0,03%)	29.556 (32,8%)
Vila Real	22.707 (25,2%)	5.715 (6,4%)	648 (0,7%)	81 (0,09%)	29.151 (32,4%)
Total	94.959 (105,5%)	21.654 (24,1%)	2.412 (2,7%)	180 (0,2%)	119.205 (132,5%)

Verificaram-se alguns contrastes entre as paisagens estudadas quanto à porção de áreas de gestão prioritárias coincidente com a localização de prédios BUPi (Fig. 9).

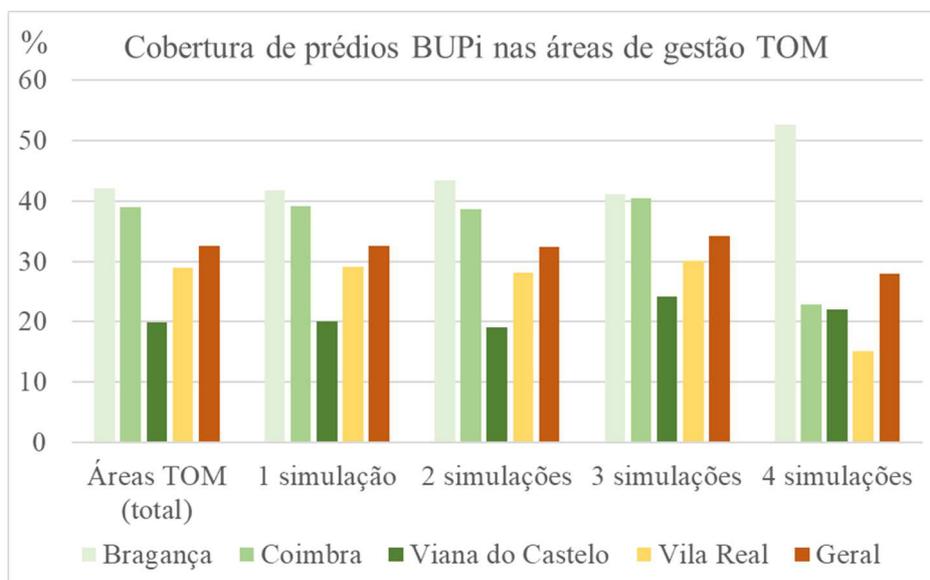


Fig. 9 - Cobertura dos prédios BUPi (%) nas áreas prioritárias sinalizadas no TOM.

A sobreposição de prédios BUPi com áreas de gestão apresentou um gradiente que se estende desde c. 20% na paisagem de Viana do Castelo até c. 39-42% nas paisagens de Coimbra e Bragança. Nestas últimas paisagens, observou-se um grau de cobertura semelhante em

relação às áreas de gestão sinalizadas por duas e por três simulações, a rondar os c. 39-44%. As áreas de gestão sinalizadas por quatro simulações têm elevada cobertura por prédios BUPi apenas na paisagem de Bragança, onde mais de metade destas áreas de gestão (c. 28 ha) se localizam em áreas com prédios BUPi. Nas restantes paisagens, c. 15-23% das áreas de gestão foram sinalizadas em áreas onde se localizam prédios BUPi. O destaque das paisagens de Bragança e Coimbra pode estar relacionado com a maior cobertura das paisagens por prédios BUPi, a rondar os c. 38-42%, em contraste com uma cobertura de c. 31% em Vila Real e c. 21% em Viana do Castelo (cf. Tabela 2). Em Anexo, são apresentados os mapas com as áreas de gestão prioritárias identificadas em cada paisagem (Anexo VI) e os valores da sobreposição dos prédios BUPi nas áreas de gestão (Anexo VII).

Foi ainda analisada a “preferência” da localização dos prédios BUPi nas áreas sinalizadas para gestão, através do cálculo do índice de seletividade de Manly (Manly, 1974). Neste sentido, foram estabelecidas nove áreas de amostragem aleatórias em cada paisagem para calcular os valores deste índice de seletividade.

Esta análise indica que, nas quatro áreas de amostragem, os prédios BUPi ocupam, em média, 34,8% (437,9 ha) das áreas de amostragem, variando entre 31,4% (395,2 ha) em Vila Real e 38,2% (480,6 ha) em Coimbra. As áreas de gestão prioritárias identificadas pela ferramenta TOM cobrem uma área semelhante (35,1%; 440,7 ha), variando entre 32,6% (409,5 ha) em Coimbra e 37,6% (471,9 ha) em Vila Real. No entanto, apenas 12,4% (155,4 ha) da área com prédios BUPi se enquadra em áreas de gestão prioritárias, variando entre 11,3% (142,1 ha) em Vila Real e 13,4% (168,7 ha) em Coimbra. Perante estes valores, o índice de seletividade apresenta em todas as paisagens analisadas valores a rondar 1, sugerindo que há um uso das áreas de gestão proporcional à sua disponibilidade, ou seja, não se verifica uma “preferência” nem uma “evitação” para os prédios BUPi se localizarem em áreas de gestão prioritária (Tabela 7). No Anexo IX, são apresentados os mapas com as áreas de amostragem em cada paisagem para calcular o índice de seletividade (Anexo VIII) e os dados discriminados por área de amostragem e paisagem.

Tabela 7 - Distribuição nas áreas de amostragem nas paisagens dos prédios BUPi em relação a áreas prioritárias de gestão face a cenários extremos de incêndio para cálculo do índice de selectividade de Manly (valores médios). dp: desvio padrão.

Paisagem	Área de amostragem (ha±dp)	Prédios BUPi (ha±dp)	Áreas de gestão prioritária (ha±dp)	Prédios BUPi em áreas de gestão prioritária (ha±dp)	Índice de selectividade de Manly (ha±dp)
Bragança	1256,6 (±0)	499,1 (±236,1)	419,9 (±58,2)	158,4 (±84,8)	0,9 (±0,1)
Coimbra	1256,6 (±0)	480,6(±237,6)	409,5 (±117,8)	168,7 (±90,4)	1,1 (±0,2)
V. Castelo	1256,6 (±0)	395,2 (±194,2,0)	471,9 (±134,0)	142,1 (±93,9)	0,9 (±0,1)
Vila Real	1256,6 (±0)	395,2 (±194,2)	471,9 (±134,0)	142,1 (±93,9)	0,9 (±0,1)
Total	1256,6 (±0)	437,9 (±215,1)	440,7 (±126,6)	155,4 (±90,5)	1,0 (±0,2)

A localização dos prédios BUPi foi ainda comparada com a distribuição espacial das classes de perigosidade ao longo das paisagens estudadas, para avaliar se os prédios BUPi estão atualmente localizados nas áreas de maior perigosidade.

A amostragem foi concretizada através de uma grelha regular de pontos (1x1 km), para obter uma distribuição de classes de perigosidade de incêndio rural e a existência ou não de prédios BUPi em cada ponto.

Em cada paisagem obtiveram-se entre 832 (Viana do Castelo) e 866 (Coimbra) observações.

Em todas as paisagens há um predomínio de observações na classe de perigosidade alta. Esta tendência seria de esperar dado que as paisagens foram estabelecidas em regiões com perigosidade predominantemente elevada. Não obstante, em duas paisagens – Bragança e Viana do Castelo –, foi obtido maior número de observações de prédios BUPi em zonas de perigosidade baixa (Tabela 8).

Tabela 8 - Distribuição da amostragem por classes de perigosidade (baixa e alta) e existência de prédios BUPi para cálculo do teste de qui-quadrado (X^2).

Paisagem	Classes de perigosidade	Amostragem (n)	Amostragem prédios BUPi (n)	X^2	P
Bragança	Baixa	419	205	1,76	0,18
	alta	446	191		
	Total	865	396		
Coimbra	Baixa	46	15	0,33	0,565
	alta	820	311		
	Total	866	326		
Viana do Castelo	Baixa	373	82	9,05	**
	alta	459	61		
	Total	832	143		
Vila Real	Baixa	302	116	7,11	**
	alta	549	152		
	Total	851	268		
Total das paisagens	Baixa	1140	418	6,24	*
	alta	2274	715		
	Total	3414	1133		

Significância: $\leq 0,05 = *$; $\leq 0,01 = **$.

Os testes de qui-quadrado (X^2) indicam que apenas nas paisagens de Bragança e Coimbra a distribuição dos prédios BUPi é aleatória, ou seja, não existe uma tendência para os prédios BUPi se distribuírem por alguma das classes de perigosidade. Pelo contrário, nas paisagens de Viana do Castelo e Vila Real, o teste indica que a distribuição não foi aleatória. A análise dos dados sugere que os prédios BUPi se têm localizado preferencialmente em zonas de “baixa” perigosidade. A mesma tendência verifica-se na análise do conjunto de observações das quatro paisagens.

Estes resultados indicam que os prédios BUPi não têm sido localizados preferencialmente em áreas de elevada perigosidade de incêndio rural. Pelo contrário, nalgumas zonas tem-se observado uma tendência de concentração em zonas de menor perigosidade. Esta

distribuição não pode ser considerada de todo inesperada, dado que a inscrição dos prédios na plataforma BUPi não é priorizada por classes de perigosidade, mas ocorre maioritariamente por livre iniciativa dos particulares.

Na interpretação destes resultados, há que considerar os parâmetros de cálculo da perigosidade. A perigosidade resulta da combinação da probabilidade e da suscetibilidade, as quais, por sua vez, consideram o histórico de incêndios (probabilidade) e as condições do território como a ocupação do solo e a topografia (suscetibilidade) (Verde, 2008). Poderá especular-se que prédios com maior frequência de incêndios e com maior propensão para arder pelas suas propriedades intrínsecas (e.g. mais combustível, declives mais elevados), terão maior probabilidade de abandono, ou menor incentivo à gestão, e por isso menor probabilidade de serem inscritos no BUPi. Por outro lado, prédios em situação inversa, localizados em áreas de menor perigosidade, poderão ter maior probabilidade de serem inscritos no BUPi.

4. NOTAS FINAIS

No **Estudo I.1**, as simulações realizadas mostram que, no cenário hipotético de paisagem gerida nos prédios BUPi, ocorre uma variação significativa no comportamento de fogo, traduzindo-se numa redução da intensidade do fogo, numa redução da velocidade de propagação e num aumento dos tempos de chegada do incêndio, que traduzem uma propagação mais lenta do incêndio através da paisagem. Estes efeitos foram transversais a todas as áreas de estudo, apesar das diferenças intrínsecas em aspetos como a cobertura por prédios BUPi, o número e cobertura por Áreas Integradas de Gestão da Paisagem (AIGP), a distribuição das principais ocupações de solo, ou o enquadramento em concelhos piloto ou da fase de expansão da Medida BUPi. Estes efeitos no comportamento do fogo foram mais expressivos dentro das AIGP, e ainda mais no conjunto dos prédios BUPi em cada paisagem.

Os cenários de gestão da paisagem usados (não gerida e gerida) são puramente hipotéticos para efeito dos exercícios comparativos, em particular o cenário de paisagem gerida, dada a atual conjuntura no espaço rural, com o predomínio do minifúndio e elevada taxa de abandono dos prédios rústicos, especialmente a norte do Tejo (GTPR, 2022). É difícil retratar os cenários reais atuais nestes territórios, mas deverão encontrar-se algures no meio dos dois cenários usados, com uma distribuição de prédios rústicos geridos e não geridos por entre os prédios com e sem inscrição no BUPi. Perante estes cenários reais, este estudo indica que a promoção do conhecimento do território e da gestão dos prédios rústicos inscritos no BUPi, sendo dois dos objetivos principais da Medida BUPi, poderá ter impactos positivos significativos na mitigação de incêndios. Este impacto poderá ser visível num alargado gradiente de progresso da Medida, tal como se constatou nos territórios estudados, onde a cobertura de prédios BUPi variou entre 21-42%. Para tal, poderá ser igualmente importante a localização estratégica dos prédios rústicos inscritos no BUPi, no que diz respeito à prevenção de incêndios. Este fator foi estudado no segundo estudo apresentado neste relatório.

No **Estudo I.2**, as simulações apresentaram várias áreas candidatas a gestão nos territórios estudados, embora apenas uma reduzida parte tenha servido a cenários de incêndios de mais de um quadrante. Verificou-se que entre 20-42% das áreas de gestão prioritárias coincidem com a localização de prédios BUPi, e percentagens semelhantes observaram-se nas áreas de gestão sinalizadas por mais do que uma simulação. Nalgumas paisagens as áreas de gestão apresentam maior cobertura por prédios BUPi, embora este facto aparente estar relacionado com a maior densidade de prédios BUPi na paisagem. No entanto, concluiu-se que a distribuição dos prédios BUPi pelas áreas de gestão prioritária está em conformidade com a sua disponibilidade. Ou seja, não existe uma “preferência” nem “evitação” por estas áreas de gestão. As mesmas conclusões foram obtidas no que diz respeito à distribuição dos prédios BUPi pelos níveis de perigosidade de incêndio rural.

Este estudo sugere que os prédios BUPi estão localizados em áreas importantes do ponto de vista estratégico na prevenção de incêndios, o que poderá traduzir-se em impactos positivos na mitigação de incêndios, embora esta distribuição aparente ser aleatória, não existindo uma tendência para implementar a Medida BUPi em áreas críticas na prevenção de incêndios tal como perspectivado num dos objetivos específicos da Medida BUPi (objetivo D.3) (CES/FEUC, 2023). Neste sentido, poderá ser importante canalizar esforços para “conhecer” e “gerir” em áreas estratégicas do ponto de vista da prevenção de incêndios.

Em suma, estes estudos sugerem que, no estado atual de progresso da Medida BUPi, existe um impacto potencial positivo na mitigação de incêndios. Um impacto efetivo dependerá fortemente da eficácia das estratégias de promoção da gestão dos prédios rústicos e da localização estratégica dos prédios BUPi no âmbito da prevenção de incêndios.

Estes estudos poderão ser replicados no futuro, a par com o desenvolvimento da Medida BUPi, para acompanhar as dinâmicas do seu impacto potencial na mitigação de incêndios. Da mesma forma, a disponibilização de dados de incêndios recentes e a recolha de informações adicionais sobre a gestão dos prédios BUPi, poderão permitir o desenvolvimento de estudos para avaliar o impacto efetivo da Medida BUPi na mitigação de incêndios.

5. REFERÊNCIAS

- Alcasena, F., Ager, A., Le Page, Y., Bessa, P., Loureiro, C., & Oliveira, T. (2021). Assessing wildfire exposure to communities and protected areas in Portugal. *Fire*, 4(4), 82. doi:10.3390/fire4040082
- Aparício, B. A., Pereira, J. M. C., Santos, F. C., Bruni, C., & Sá, A. C. L. (2022). Combining wildfire behaviour simulations and network analysis to support wildfire management: A Mediterranean landscape case study. *Ecological Indicators*, 137, 108726. doi:10.1016/j.ecolind.2022.108726
- CES/FEUC. (2023). *Framework de impacto do BUPI - identificação dos objetivos gerais e específicos da medida*. Consórcio Centro de Estudos Sociais / Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra. Coimbra, Portugal
- Deus, E. (2010). *A implementação do conceito Zona de Intervenção Florestal em Portugal - o caso do concelho de Mação*. (MSc.), Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- DGT. (2018). Carta de Uso e Ocupação do Solo - 2018. Retrieved from <https://snig.dgterritorio.gov.pt/> Accessed: junho 2024
- EEA. (2018). Copernicus Land Monitoring Service - EU - DEM. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/copernicus-land-monitoring-service-eu-dem> Accessed: maio 2024
- Fernandes, P., & Loureiro, C. (2022). *Modelos de combustível florestal para Portugal - Documento de referência, versão de 2021*. Departamento de Ciências Florestais e Arquitetura Paisagista, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro
- Finney, M. (2006). *An overview of FlamMap fire modeling capabilities*. Paper presented at the Fuels management - how to measure success, Portland, USA, 28-30 March 2006
- GTPR. (2022). *Relatório da 1.ª fase - Diagnóstico*. Grupo de Trabalho para a Propriedade Rústica
- ICNF. (2021). *Carta de perigosidade de incêndio rural*. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. Lisboa, Portugal
- ICNF. (2023). *Guidelines gerais - simulações comportamento do fogo*. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, I. P. Lisboa, Portugal
- Manly, B. F. J. (1974). A model for certain types of selection experiments. *Biometrics*, 30, 281-294. doi:10.2307/2529649
- Oliveira, A. S., Silva, J. S., Guiomar, N., Fernandes, P., Nereu, M., Gaspar, J., Lopes, R. F. R., & Rodrigues, J. P. C. (2023). The effect of broadleaf forests in wildfire mitigation in the WUI – A simulation study. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 93, 103788. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2023.103788>
- Verde, J. C. (2008). *Avaliação da perigosidade de incêndio florestal*. (MSc.), Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.

A Equipa CES/FEUC:

Coordenação: Catarina Frade

Autoria: Ernesto de Deus

Agradecimentos:

A equipa CES/FEUC agradece ao Prof. Joaquim Sande Silva (Escola Superior Agrária de Coimbra), pelos seus comentários e sugestões, e a Lúcio Paiva (Universidade de Coimbra), pela assistência na preparação do relatório.

Coimbra, 9.7.2024

ANEXOS

ANEXO I: Concelhos e AIGP nas paisagens estudadas

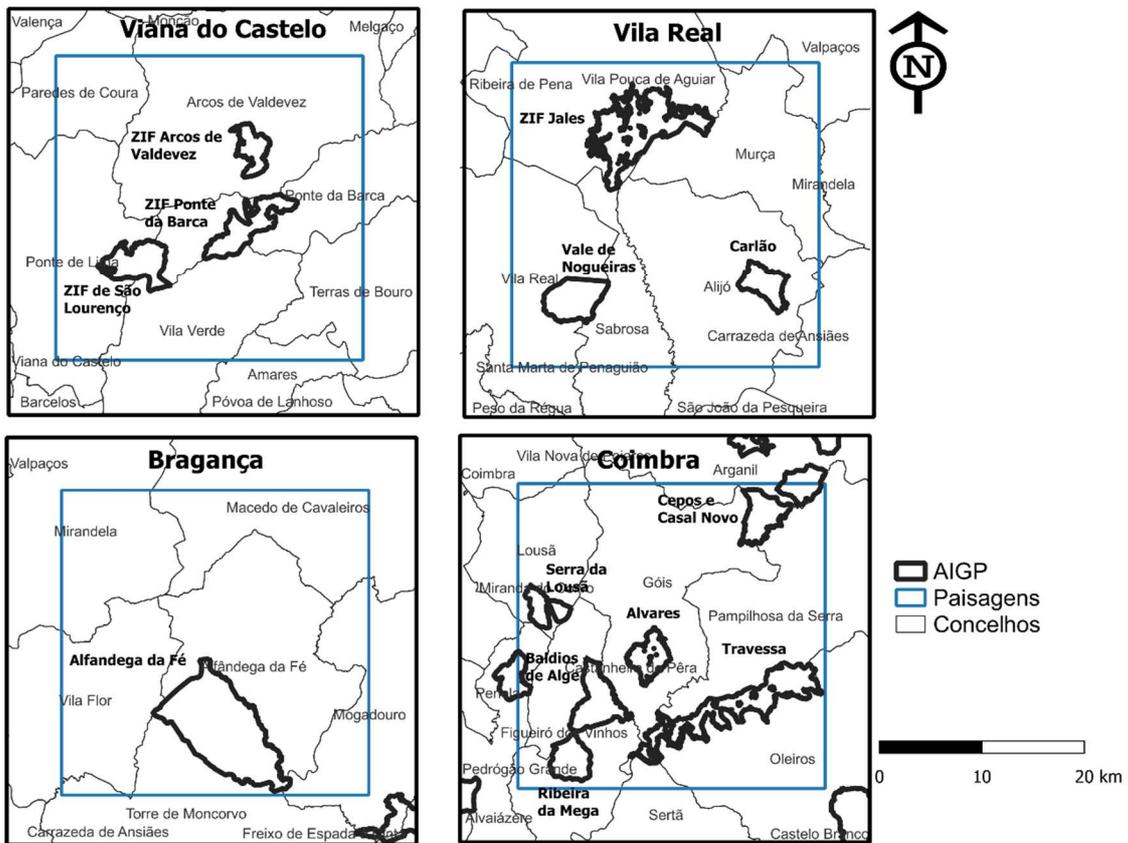


Figura A1-1 - Enquadramento dos concelhos e das AIGP nas paisagens estudadas.

ANEXO II: Mapas de perigosidade de incêndio nas paisagens estudadas

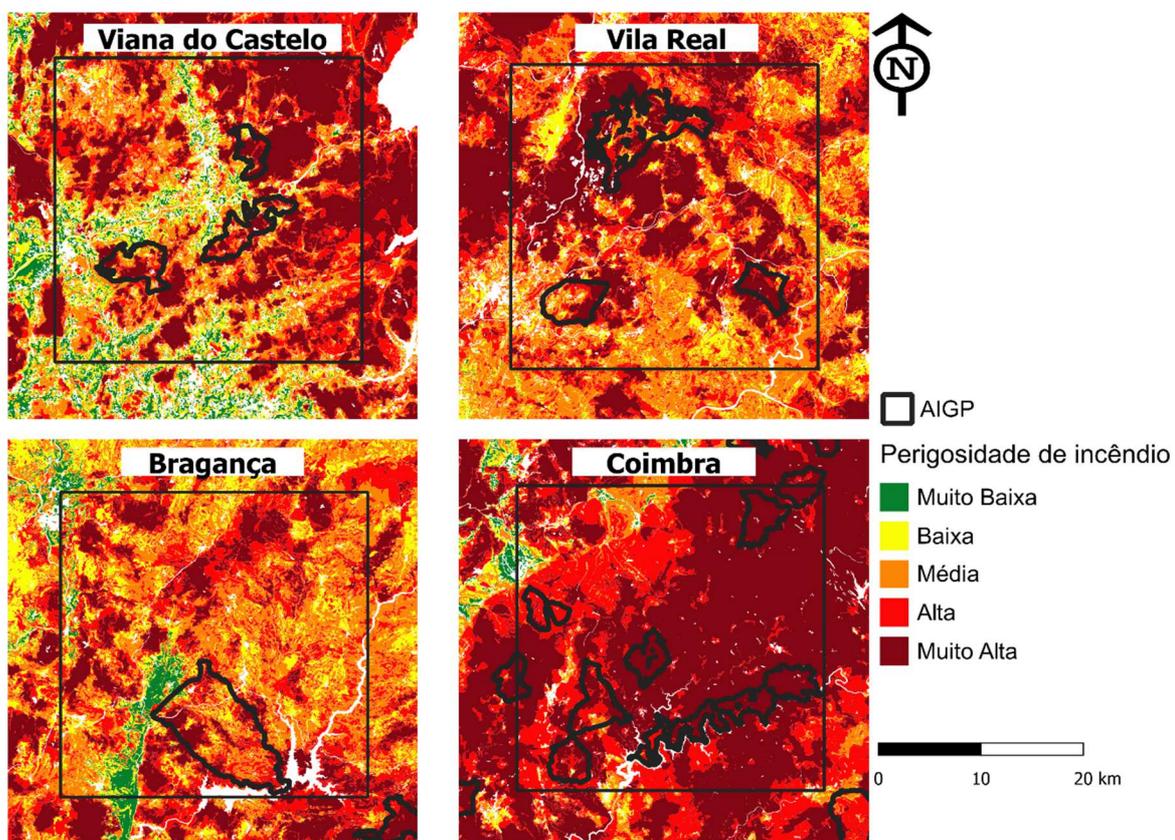


Fig. A2-1 – Perigosidade de incêndio nas paisagens estudadas.

ANEXO III: Mapas de comportamento do fogo nos cenários de paisagem não gerida e gerida

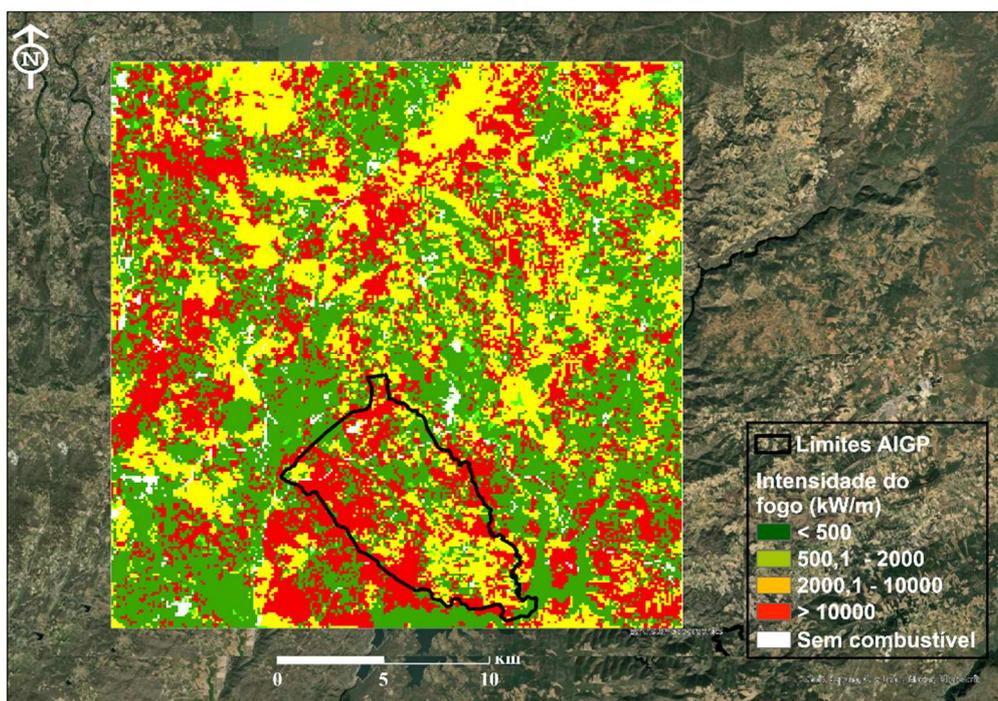


Fig. A3-1- *Intensidade da frente de fogo na paisagem de Bragança num cenário de paisagem não gerida.* Valores médios de simulações realizadas a partir de quatro quadrantes (Norte, Este, Sul e Oeste).

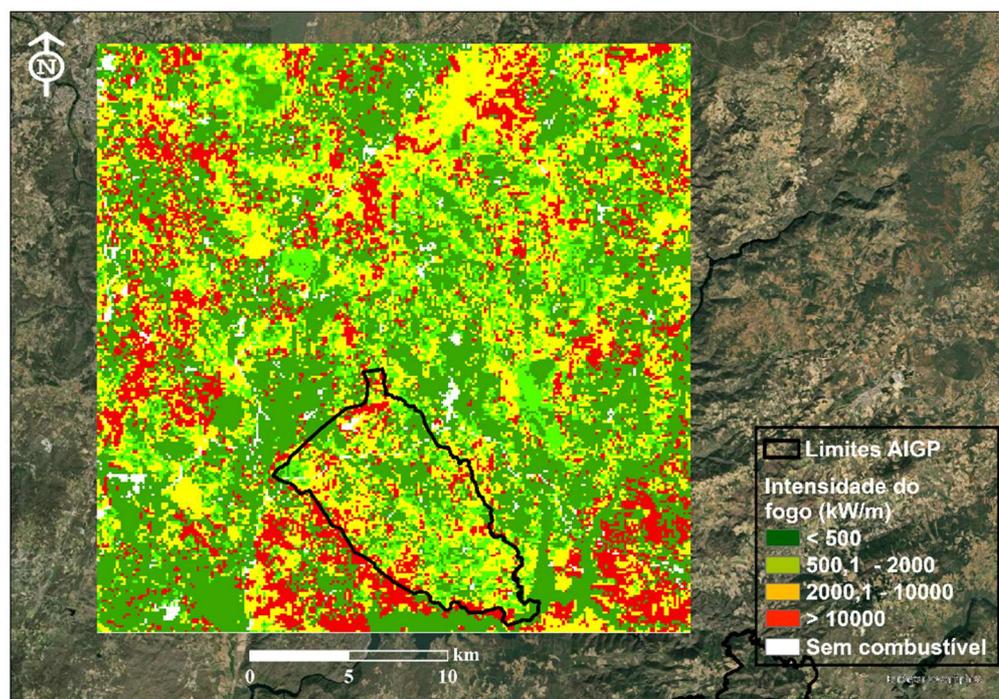


Fig. A3-2 - *Intensidade da frente de fogo na paisagem de Bragança num cenário de paisagem gerida.* Valores médios de simulações realizadas a partir de quatro quadrantes (Norte, Este, Sul e Oeste).

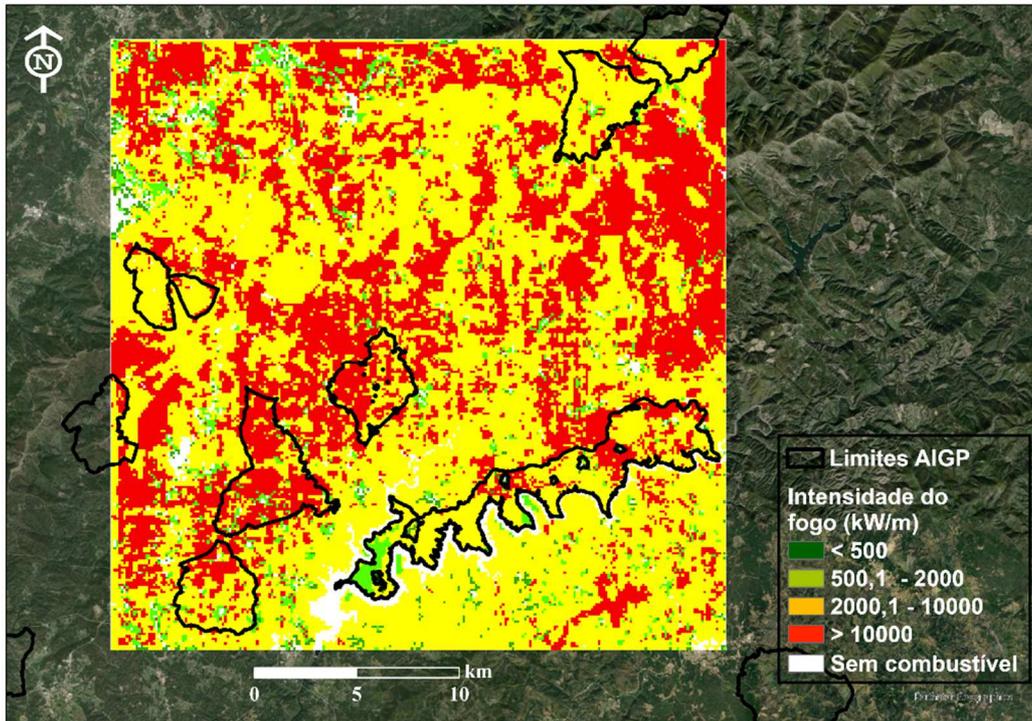


Fig. A3-3 - *Intensidade da frente de fogo na paisagem de Coimbra num cenário de paisagem não gerida. Valores médios de simulações realizadas a partir de quatro quadrantes (Norte, Este, Sul e Oeste).*

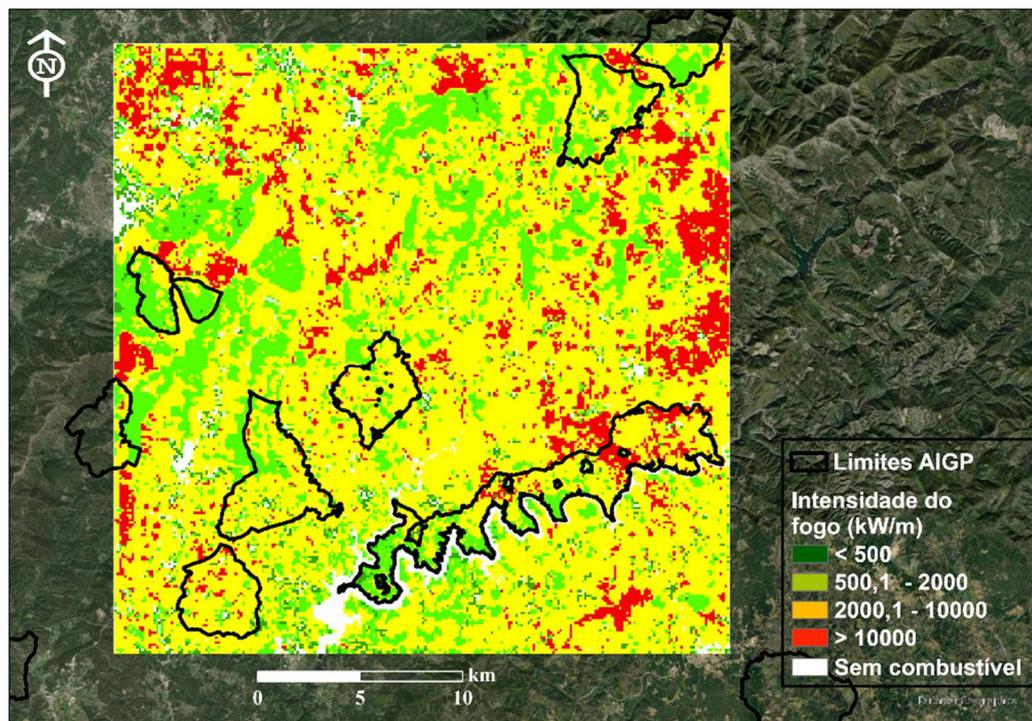


Fig. A3-4 - *Intensidade da frente de fogo na paisagem de Coimbra num cenário de paisagem gerida. Valores médios de simulações realizadas a partir de quatro quadrantes (Norte, Este, Sul e Oeste).*

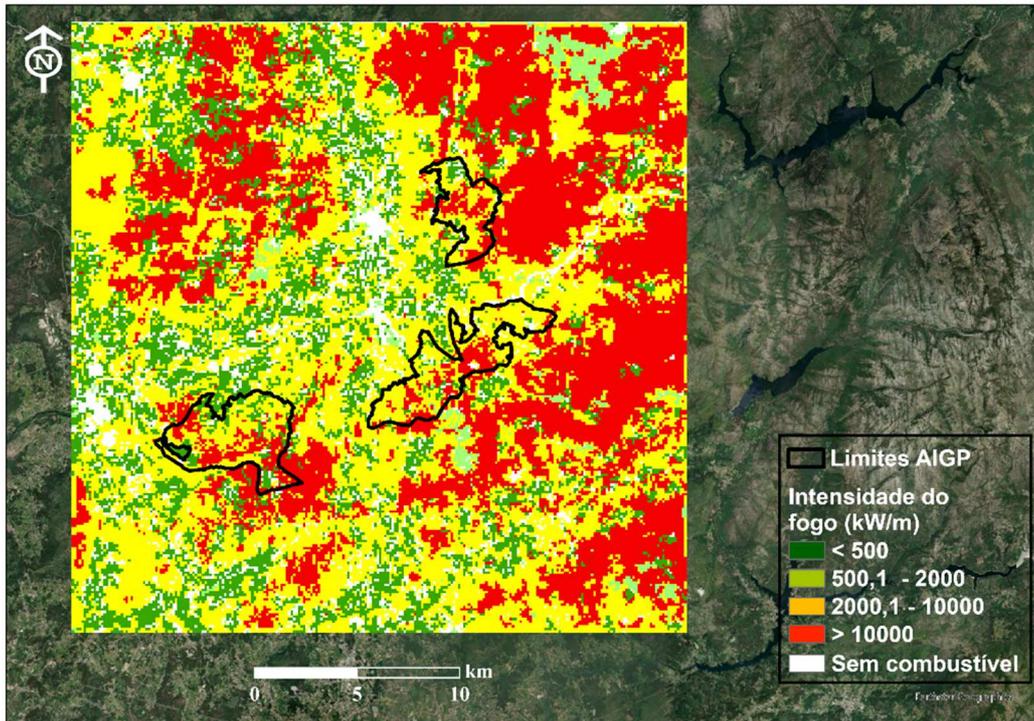


Fig. A3-5 - *Intensidade da frente de fogo na paisagem de Viana do Castelo num cenário de paisagem não gerida.* Valores médios de simulações realizadas a partir de quatro quadrantes (Norte, Este, Sul e Oeste).

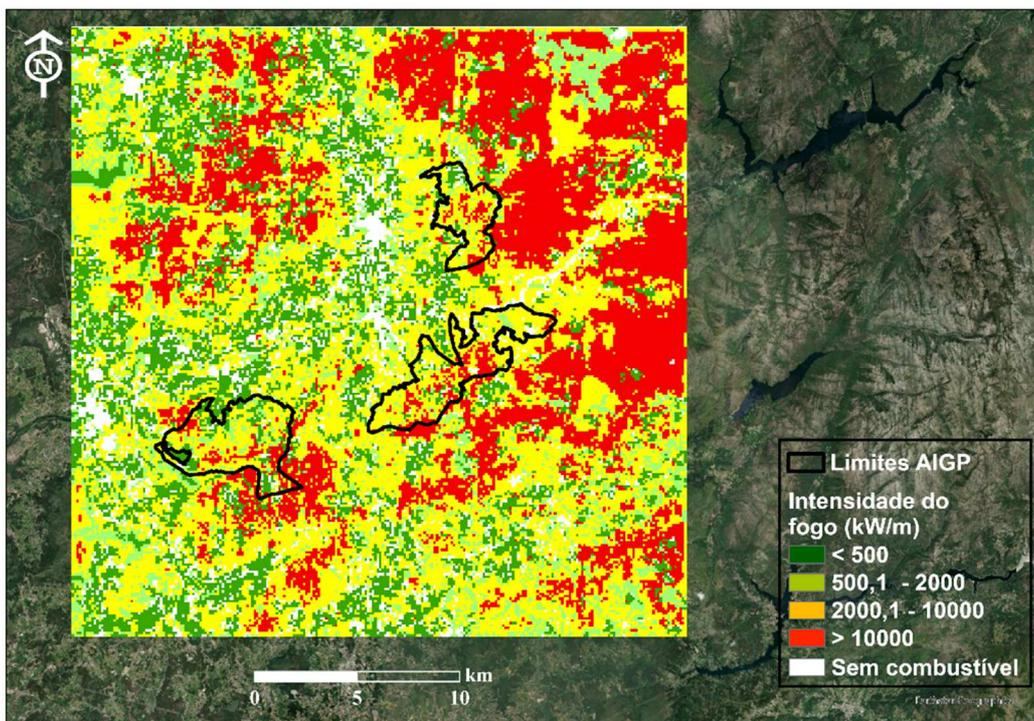


Fig. A3-6 - *Intensidade da frente de fogo na paisagem de Viana do Castelo num cenário de paisagem gerida.* Valores médios de simulações realizadas a partir de quatro quadrantes (Norte, Este, Sul e Oeste).

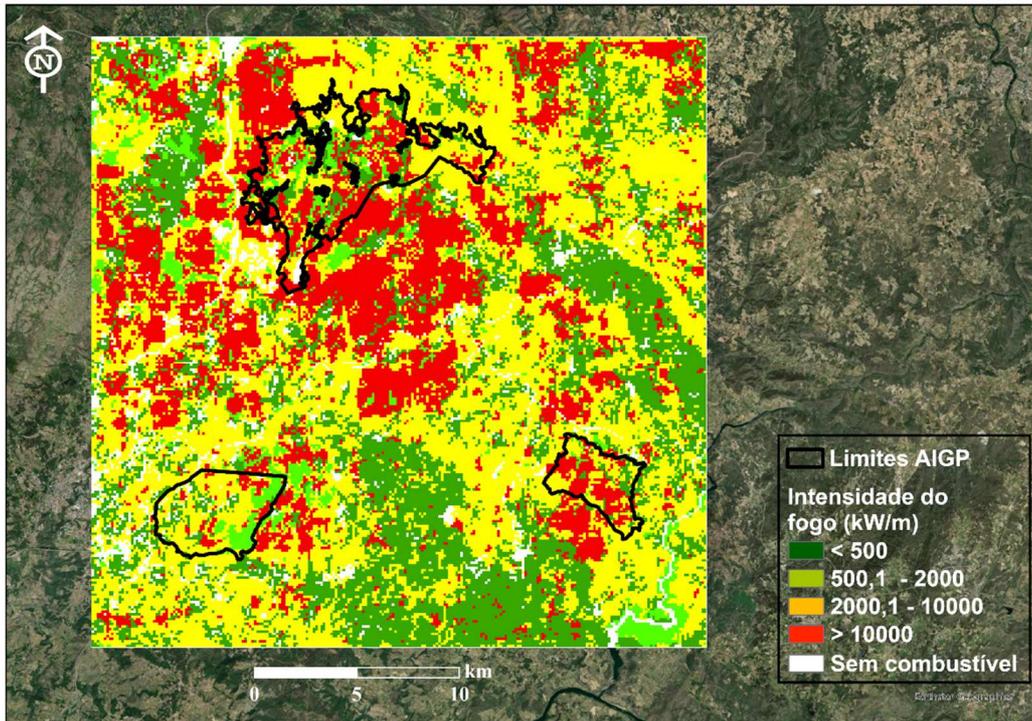


Fig. A3-7 - *Intensidade da frente de fogo na paisagem de Vila Real num cenário de paisagem não gerida.* Valores médios de simulações realizadas a partir de quatro quadrantes (Norte, Este, Sul e Oeste).

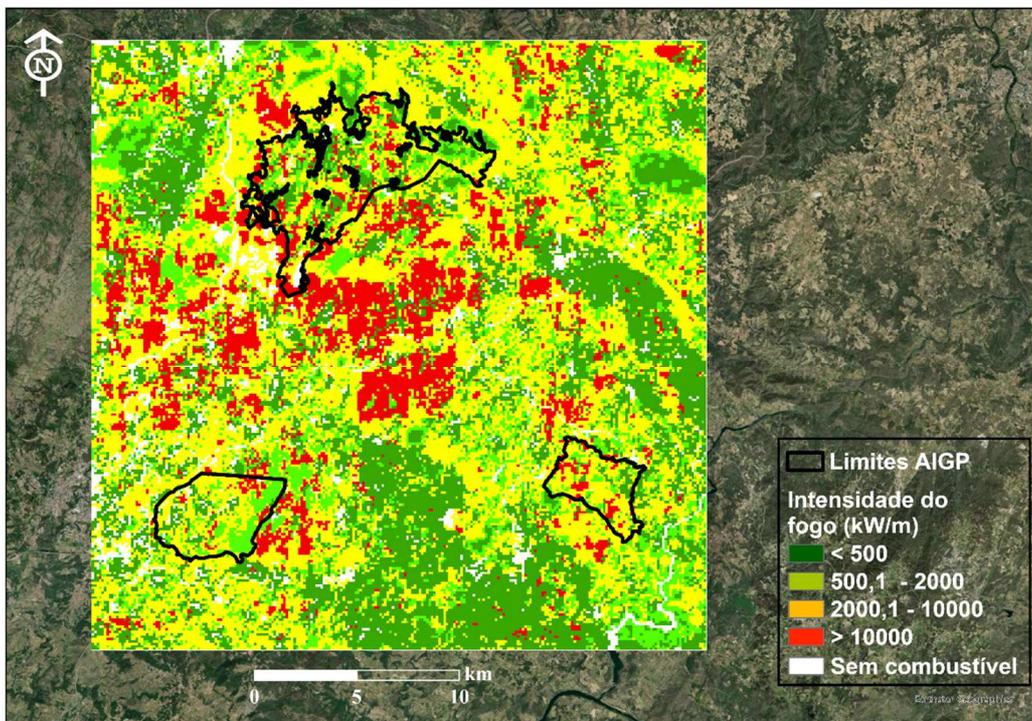


Fig. A3-8 - *Intensidade da frente de fogo na paisagem de Vila Real num cenário de paisagem gerida.* Valores médios de simulações realizadas a partir de quatro quadrantes (Norte, Este, Sul e Oeste).

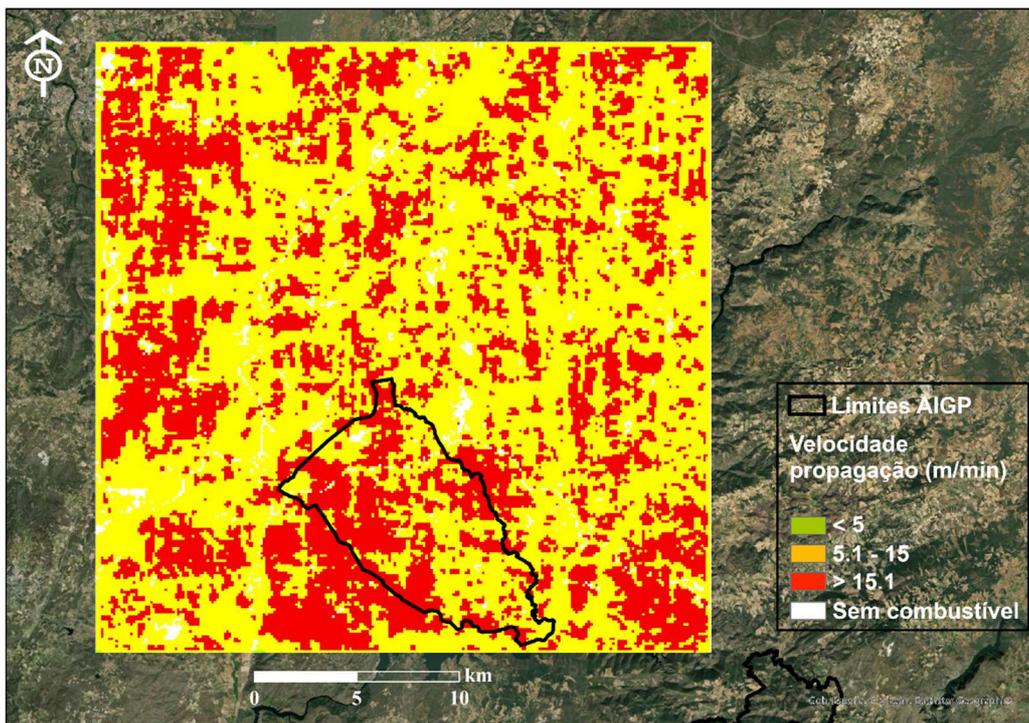


Fig. A3-9 - *Velocidade de propagação do fogo na paisagem de Bragança num cenário de paisagem não gerida.* Valores médios de simulações realizadas a partir dos quatro quadrantes (Norte, Este, Sul e Oeste).

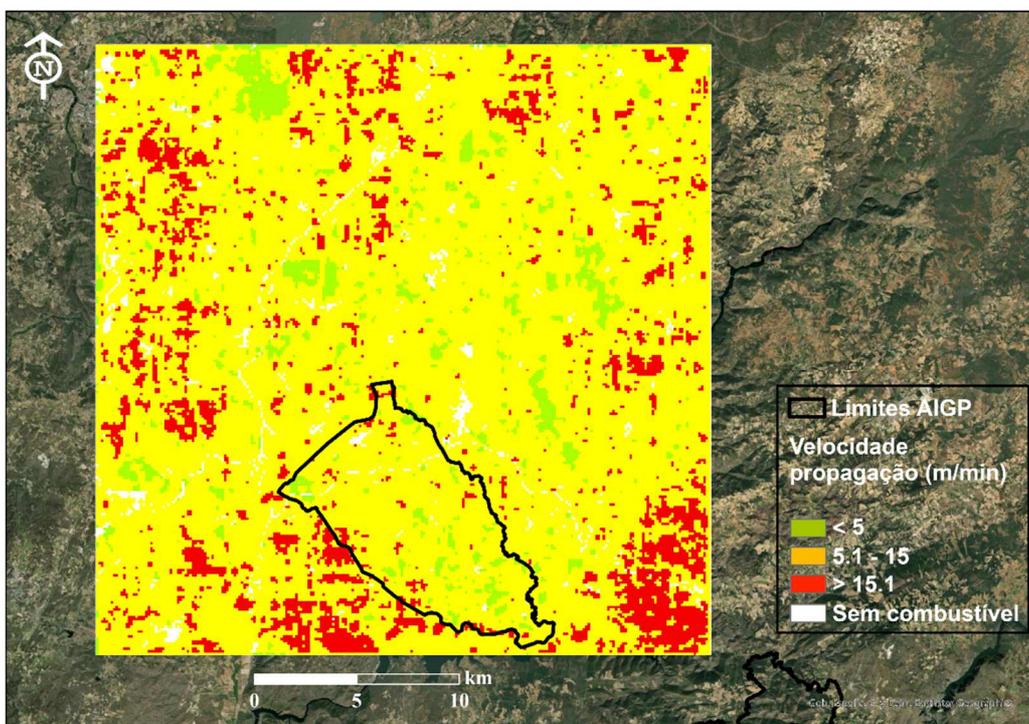


Fig. A3-10 - *Velocidade de propagação do fogo na paisagem de Bragança num cenário de paisagem gerida.* Valores médios de simulações realizadas a partir dos quatro quadrantes (Norte, Este, Sul e Oeste).

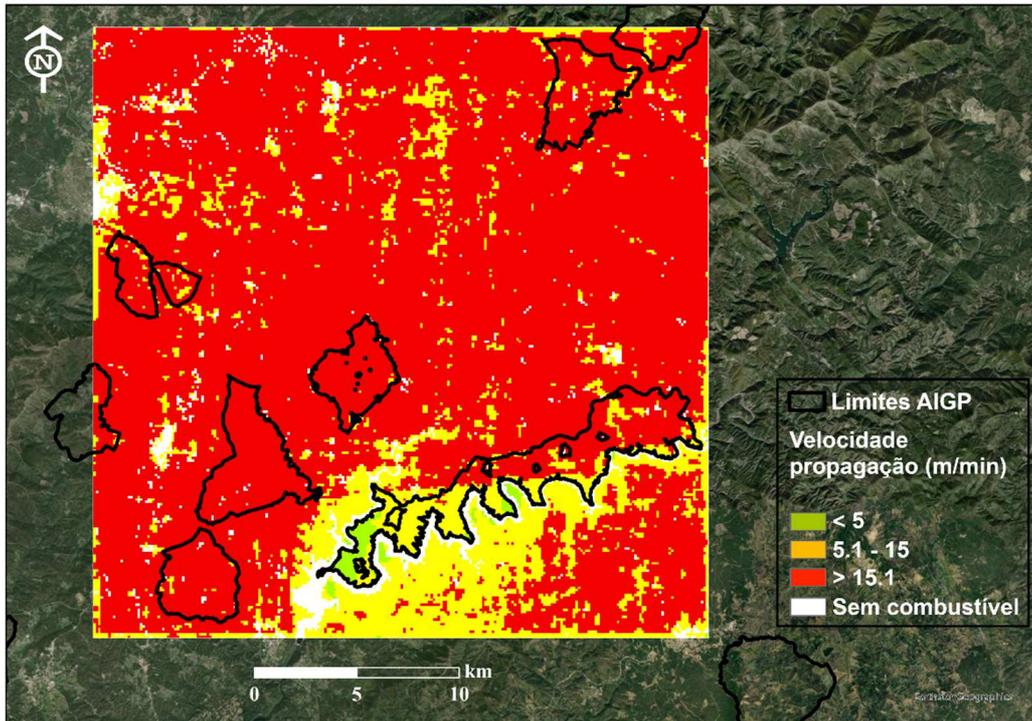


Fig. A3-11 - *Velocidade de propagação do fogo na paisagem de Coimbra num cenário de paisagem não gerida.* Valores médios de simulações realizadas a partir dos quatro quadrantes (Norte, Este, Sul e Oeste).

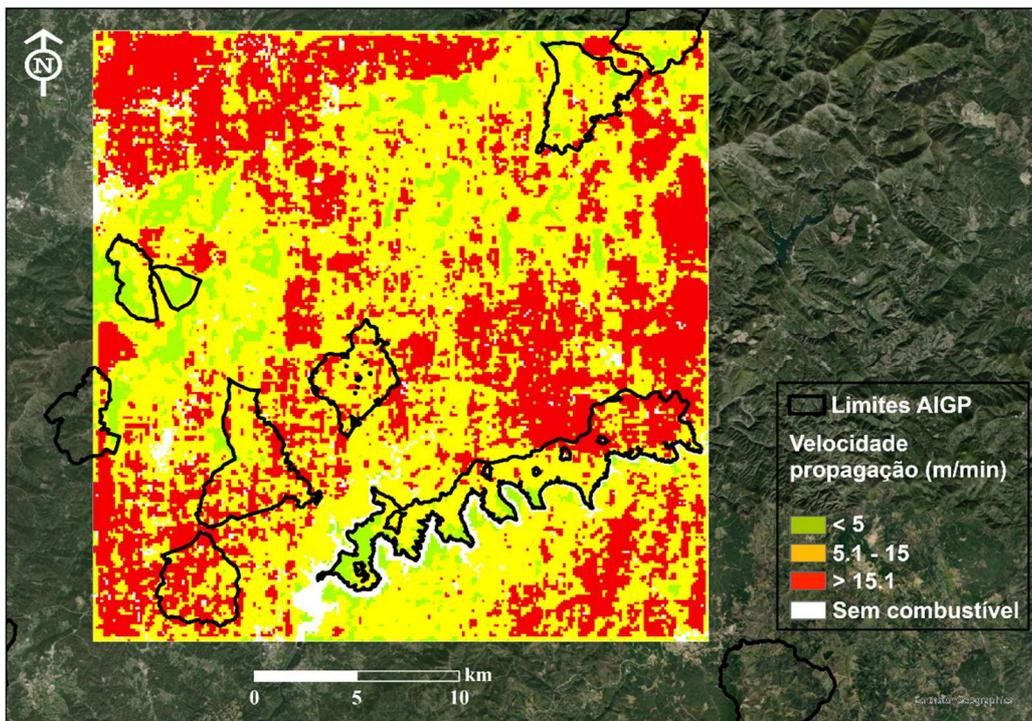


Fig. A3-12 - *Velocidade de propagação do fogo na paisagem de Coimbra num cenário de paisagem gerida.* Valores médios de simulações realizadas a partir dos quatro quadrantes (Norte, Este, Sul e Oeste).

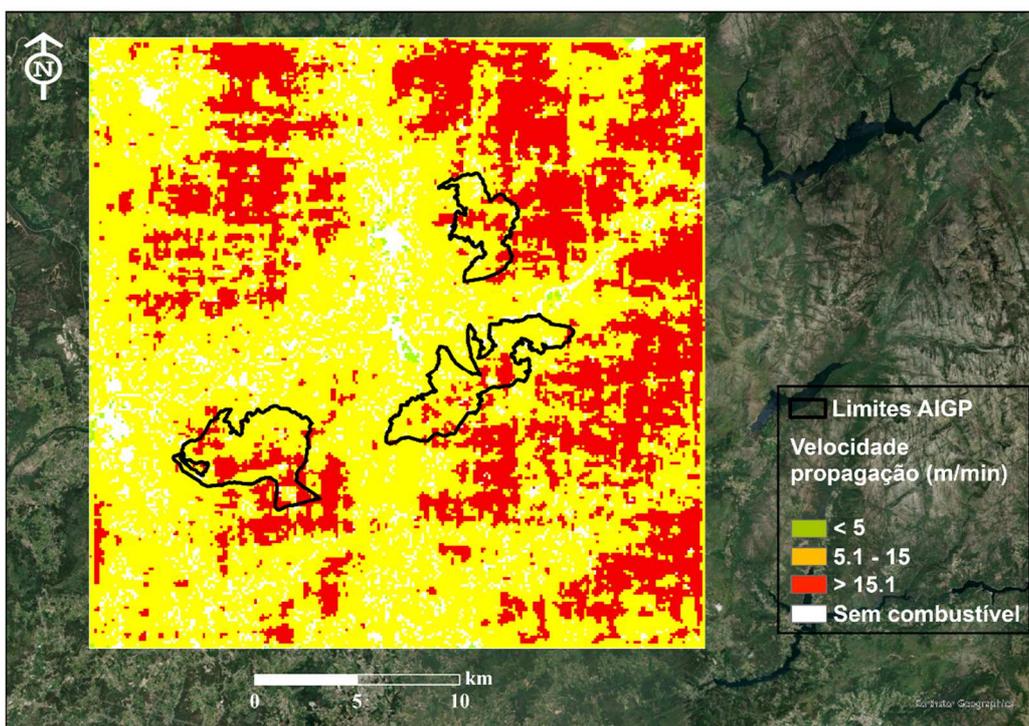


Fig. A3-13 - *Velocidade de propagação do fogo na paisagem de Viana do Castelo num cenário de paisagem não gerida.* Valores médios de simulações realizadas a partir dos quatro quadrantes (Norte, Este, Sul e Oeste).

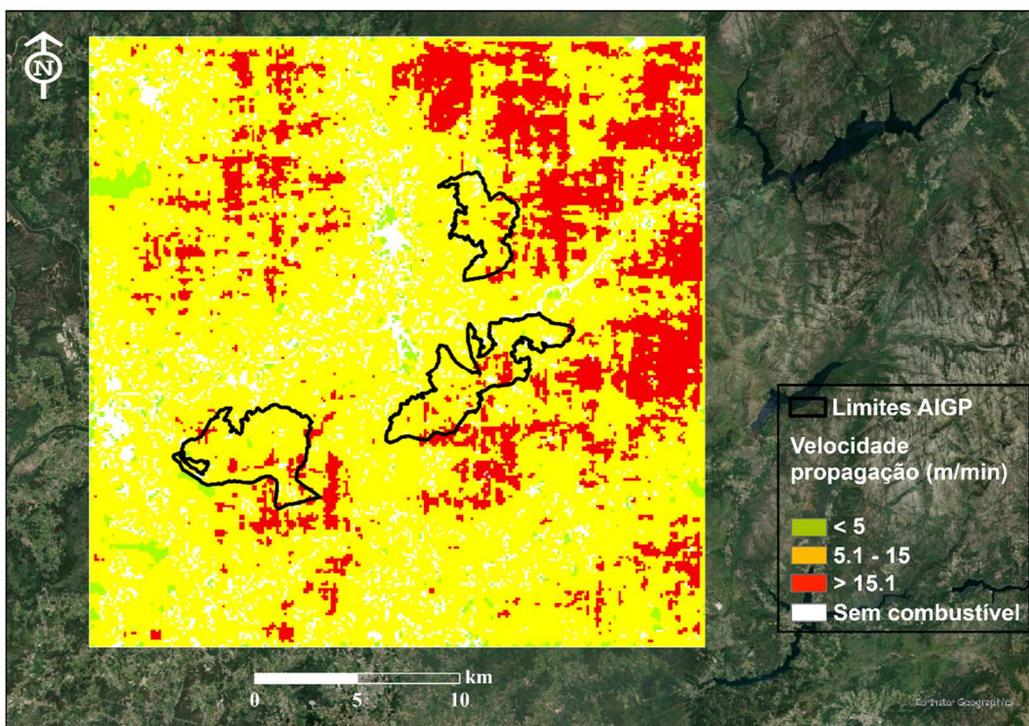


Fig. A3-14 - *Velocidade de propagação do fogo na paisagem de Viana do Castelo num cenário de paisagem gerida.* Valores médios de simulações realizadas a partir dos quatro quadrantes (Norte, Este, Sul e Oeste).

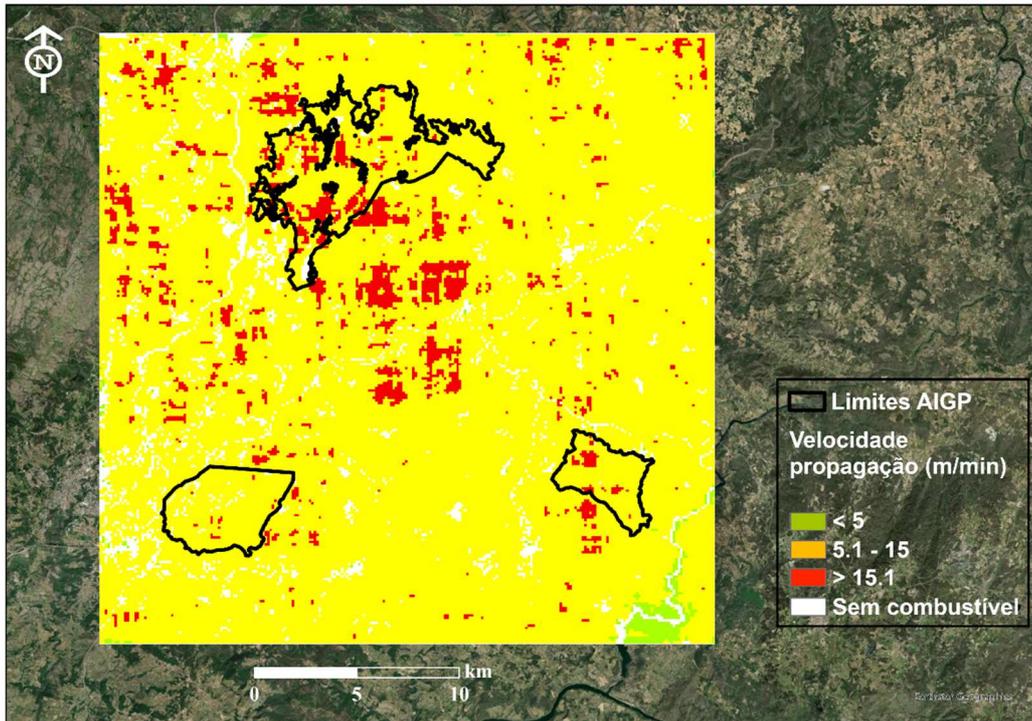


Fig. A3-15 - *Velocidade de propagação do fogo na paisagem de Vila Real num cenário de paisagem não gerida.* Valores médios de simulações realizadas a partir dos quatro quadrantes (Norte, Este, Sul e Oeste).

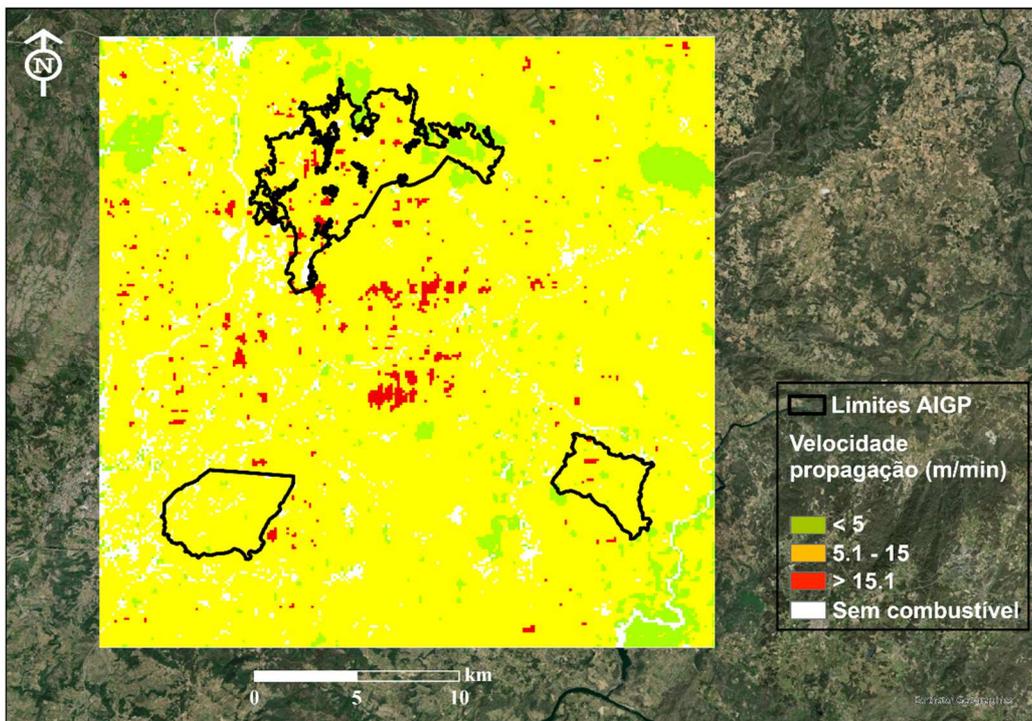


Fig. A3-16 - *Velocidade de propagação do fogo na paisagem de Vila Real num cenário de paisagem gerida.* Valores médios de simulações realizadas a partir dos quatro quadrantes (Norte, Este, Sul e Oeste).

ANEXO IV: Dados de intensidade e velocidade de propagação do fogo aos níveis da paisagem, das AIGP e dos prédios BUPi

Tabela A4-1 - Comparação da **intensidade da frente de fogo média** (kw/m \pm desvio padrão) entre cenários de paisagem não gerida e gerida nas **paisagens estudadas**. Comparações através do teste de Mann-Whitney.

Área de amostragem	Pontos (n)	Gerido (kw/m)	Não gerido (kw/m)	Variação (%)	w	p
Bragança	62.805	3.981,3 (\pm 4.738,3)	6.067,6 (\pm 6.038,6)	-34,4%	1034541278	***
Coimbra	60.568	5.763,4 (\pm 4.316,7)	9.803,1 (\pm 5.048,3)	-41,2%	854371644	***
Viana do Castelo	58.095	5.476,7 (\pm 4.633,2)	6.582,0 (\pm 4.849,9)	-16,8%	1422835767	***
Vila Real	59828	3.832,8 (\pm 3.807,8)	5.045,2 (\pm 4.280,9)	-24,0%	1453287702	***
Total	241.296	4.751,8 (\pm 4.475,7)	6.875,6 (\pm 5.409,9)	-30,9%	2.2406e+10	***

Significância: $\leq 0.001 = ***$

Tabela A4-2 - Comparação da **velocidade de propagação do fogo média** (m/min \pm desvio padrão) entre cenários de paisagem não gerida e gerida nas **paisagens estudadas**. Comparações através do teste de Mann-Whitney.

Área de amostragem	Pontos (n)	Gerido (kw/m)	Não gerido (kw/m)	Variação (%)	w	p
Bragança	62.805	11, 8 (\pm 3,3)	14,5 (\pm 2,6)	-19,0%	1034541278	***
Coimbra	60.568	13,2 (\pm 5,0)	18,8 (\pm 4,5)	-30,0%	726857535	***
Viana do Castelo	58.095	11,7 (\pm 3,3)	13,2 (\pm 3,0)	-10,9%	1268487731	***
Vila Real	59828	9,7 (\pm 2,9)	11,2 (\pm 2,5)	-13,6%	1253685212	***
Total	241.296	11,6 (\pm 3,9)	14,5 (\pm 4,3)	-19,8%	1.8301e+10	***

Tabela A4-3 - Comparação da **intensidade da frente de fogo média** (kw/m ± desvio padrão) entre cenários de paisagem não gerida e gerida nas AIGP das paisagens estudadas. Comparações através do teste de Mann-Whitney.

Área de amostragem	Pontos (n)	Gerido (kw/m)	Não gerido (kw/m)	Variação (%)	w	p
Bragança (AIGP)	5.569	3.997,2 (±4.184,7)	8.169,3 (±6.289,8)	-51,1%	9000119	***
Coimbra(AIGP)	8.108	4.832,4 (±3.820,9)	8.907,0 (±4.159,9)	-45,7%	13346613	***
Viana do Castelo(AIGP)	15.247	3.025,2 (±3.251,8)	5.372,3 (±4.412,1)	-43,7%	77914190	***
Vila Real(AIGP)	5.267	4.222,3 (±3.825,4)	5.834,0 (±4.453,5)	-27,6%	10672121	***
Total(AIGP)	34.191	3.796,6 (±3.719,9)	6.737,2 (±4.968,7)	-43,6%	378583671	***

Significância: $\leq 0.001 = ***$

Tabela A4-4 - Comparação da **velocidade de propagação do fogo média** (m/min ± desvio padrão) entre cenários de paisagem não gerida e gerida nas AIGP das paisagens estudadas. Comparações através do teste de Mann-Whitney.

Área de amostragem	Pontos (n)	Gerido (kw/m)	Não gerido (kw/m)	Variação (%)	w	p
Bragança (AIGP)	5.569	10,4 (±3,2)	15,4 (±2,5)	-32,0%	3451880	***
Coimbra(AIGP)	8108	11,8 (±4,9)	17,8 (±5,2)	-33,9%	12618698	***
Viana do Castelo(AIGP)	15.247	10,2 (±3,1)	12,7 (±2,8)	-19,1%	66068966	***
Vila Real(AIGP)	5.267	10,1 (±2,8)	12,0 (±2,5)	-15,6%	8735817	***
Total(AIGP)	34.191	3.796,6 (±3.719,9)	6.737,2 (±4.968,7)	-25,3%	298394623	***

Significância: $\leq 0.001 = ***$

Tabela A4-5 - Comparação da **intensidade da frente de fogo média** (kw/m \pm desvio padrão) entre cenários de paisagem não gerida e gerida nos **prédios BUPi das paisagens estudadas**. Comparações através do teste de Mann-Whitney.

Área de amostragem	Pontos (n)	Gerido (kw/m)	Não gerido (kw/m)	Variação (%)	w	p
Bragança (Prédios BUPi)	27.114	2.165,1 (\pm 2792,2)	5.668,8 (\pm 5.920,1)	-61,8%	238651434	***
Coimbra (Prédios BUPi)	23.449	3.123,8 (\pm 2.600,5)	10.163,3 (\pm 5.231,5)	-69,3%	46300565	***
Viana do Castelo (Prédios BUPi)	12.669	2.470,5 (\pm 2.786,5)	5.135,1 (\pm 4.417,7)	-51,9%	51223858	***
Vila Real (Prédios BUPi)	19.085	1.793,9 (\pm 2.212,7)	4.275,6 (\pm 4.137,6)	-58,0%	121850898	***
Total (Prédios BUPi)	82.317	2399,1 (\pm 2.660,4)	6.543,9 (\pm 5.638,7)	-63,3%	1940571595	***

Significância: $\leq 0.001 = ***$

Tabela A4-6 - Comparação da **velocidade de propagação do fogo média** (m/min \pm desvio padrão) entre cenários de paisagem não gerida e gerida nos **prédios BUPi das paisagens estudadas**. Comparações através do teste de Mann-Whitney.

Área de amostragem	Pontos (n)	Gerido (kw/m)	Não gerido (kw/m)	Variação (%)	w	p
Bragança (Prédios BUPi)	27.114	10,5 (\pm 3,4)	14,6 (\pm 2,5)	-27,8%	121930156	***
Coimbra (Prédios BUPi)	23.449	10,3 (\pm 4,6)	19,0 (\pm 4,5)	-45,7%	53812899	***
Viana do Castelo (Prédios BUPi)	12.669	9,9 (\pm 3,1)	12,6 (\pm 2,8)	-21,2%	42448743	***
Vila Real (Prédios BUPi)	19.085	8,6 (\pm 3,0)	11,1 (\pm 2,4)	-23,1%	95101845	***
Total (Prédios BUPi)	82.317	9,9 (\pm 3,8)	14,7 (\pm 4,4)	-32,7%	1361347200	***

Significância: $\leq 0.001 = ***$

ANEXO V: Dados de tempos de chegada dos incêndios nos diferentes quadrantes em cenários de paisagem não gerida e gerida

Tabela A5.1 – Tempos (min) que incêndios demoram a atravessar as paisagens de estudo nos cenários de paisagem não gerida e gerida (nos prédios BUPi) a partir de diferentes quadrantes.

Quadrante	Tempos (min) - paisagem não gerida (média; mín; máx.)	Tempos (min) - paisagem gerida (média; mín; máx.)	Diferença (min; horas)
Bragança (média quadrantes)	1751 (1650/1868)	1866 (1695/2254)	-115 min (-1,9 h)
Este	1734 (1660/1834)	1868 (1695/2053)	-134 min (-2,2 h)
Norte	1753 (1663/1859)	1822 (1699/2011)	-69 min (-1,2 h)
Oeste	1757 (1677/1868)	1895 (1703/2083)	-139 min (-2,3 h)
Sul	1754 (1650/1835)	1849 (1728/2254)	-95 min (-1,6 h)
Coimbra (média quadrantes)	1314 (1136/3180)	1666 (1356/3910)	-353 min (-5,9 h)
Este	1231 (1141/1624)	1601 (1383/1955)	-370 min (-6,2 h)
Norte	1534 (1136/3180)	1891 (1356/3910)	-357 min (-6 h)
Oeste	1265 (1151/1978)	1633 (1410/2365)	-367 min (-6,1 h)
Sul	1229 (1167/1387)	1549 (1385/1835)	-320 min (-5,3 h)

Viana do Castelo (média quadrantes)	1812 (1579/ 2149)	1924 (1676/ 2306)	-112 min (-1,9 h)
Este	1858 (1713/ 2149)	2013 (1783/ 2306)	-155 min (-2,6 h)
Norte	1782 (1579/ 2025)	1871 (1705/ 2178)	-89 min (- 1,5 h)
Oeste	1829 (1708/ 2029)	1957 (1765/ 2241)	-128 min (-2,1 h)
Sul	1777 (1585/ 2133)	1852 (1676/ 2274)	-74 min (- 1,2 h)
Vila Real (média quadrantes)	2181 (1961/ 3260)	2342 (2012/ 3535)	-161 min (-2,7 h)
Este	2169 (1961/ 2515)	2363 (2012/ 2788)	-193 min (-3,2 h)
Norte	2189 (1969/ 3260)	2317 (2063/ 3535)	-128 min (-2,1 h)
Oeste	2234 (1988/ 2849)	2414 (2067/ 3024)	-180 min (-3 h)
Sul	2126 (1965/ 2422)	2273 (2042/ 2729)	-146 min (-2,4 h)
Total Geral (média paisagens)	1762 (1136/ 3260)	1942 (1356/ 3910)	-180 min (-3 h)

ANEXO VI: Mapas de áreas prioritárias de gestão seleccionadas em cada paisagem

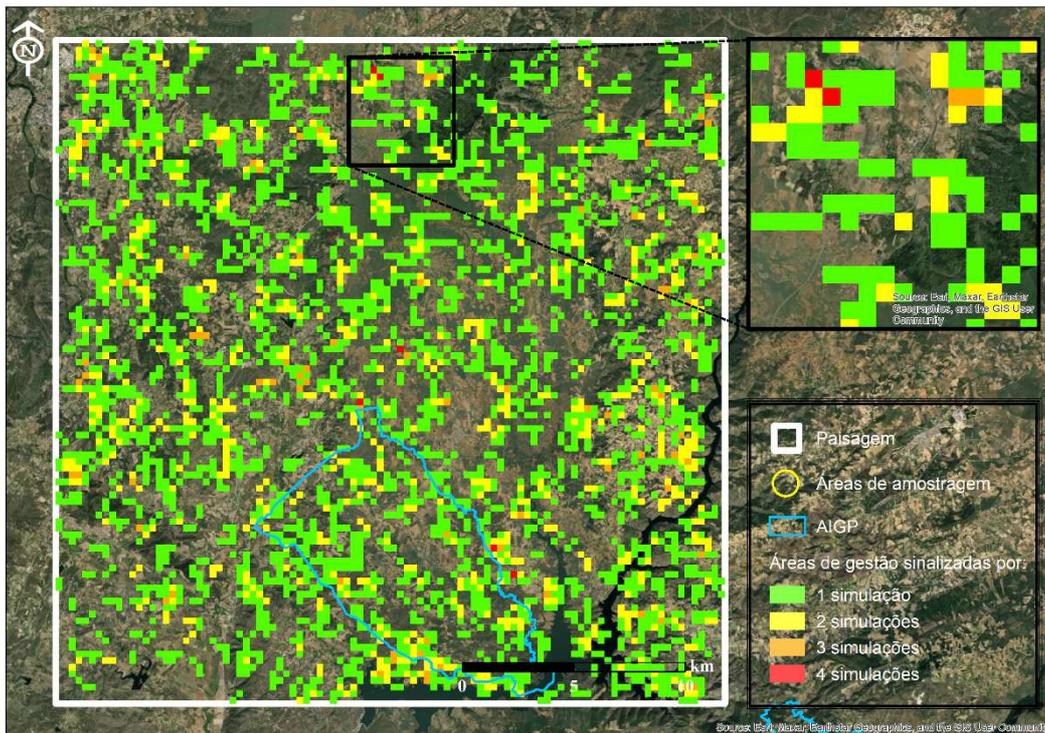


Fig. A6-1 - Áreas de gestão prioritárias na **paisagem de Bragança** para travar grandes incêndios sinalizadas por 1-4 simulações de diferentes quadrantes na ferramenta Treatment Optimization Model (TOM).

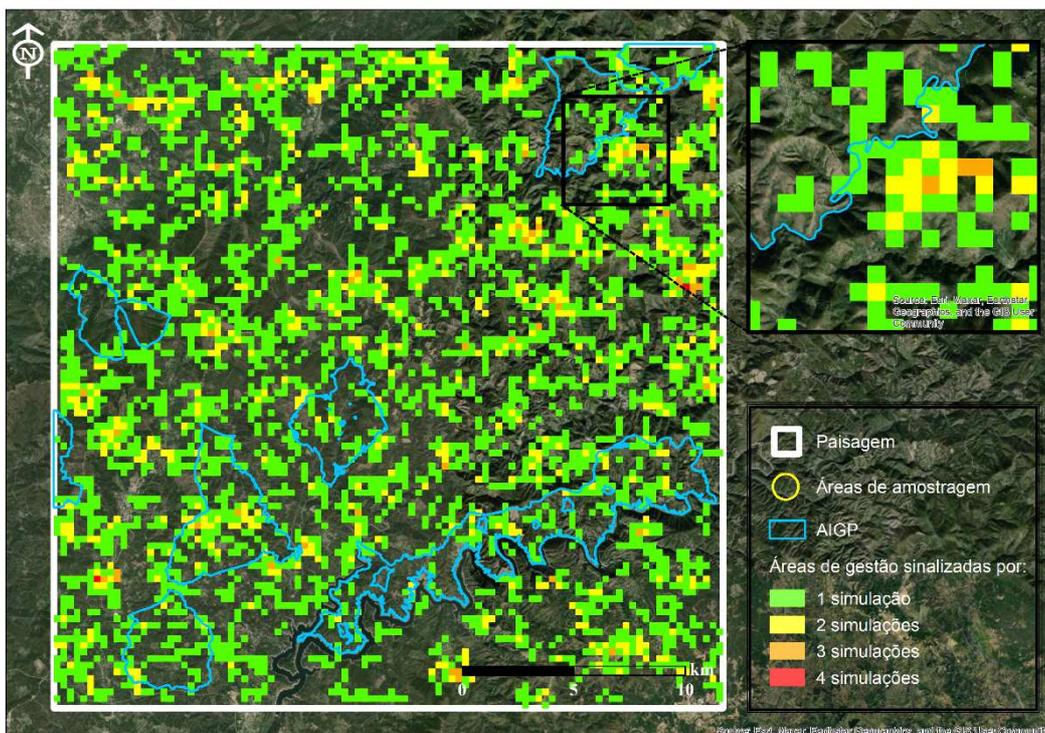


Fig. A6-2 - Áreas de gestão prioritárias na **paisagem de Coimbra** para travar grandes incêndios sinalizadas por 1-4 simulações de diferentes quadrantes na ferramenta Treatment Optimization Model (TOM).

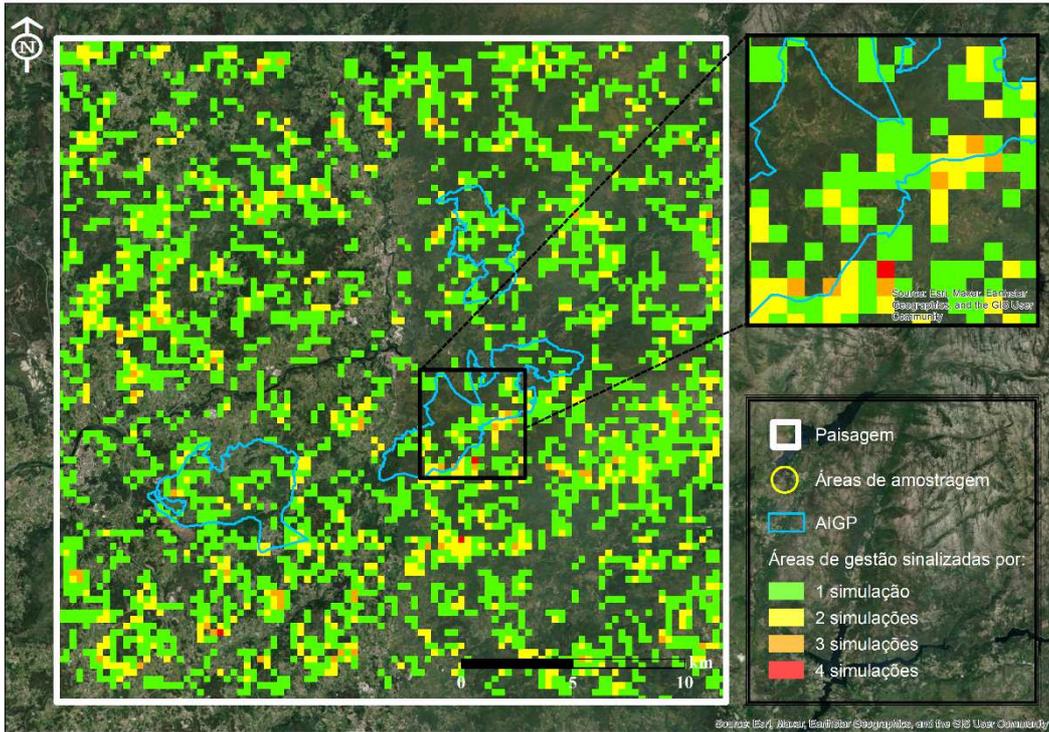


Fig. A6-3 - Áreas de gestão prioritárias na paisagem de Viana do Castelo para travar grandes incêndios sinalizadas por 1-4 simulações de diferentes quadrantes na ferramenta Treatment Optimization Model (TOM).

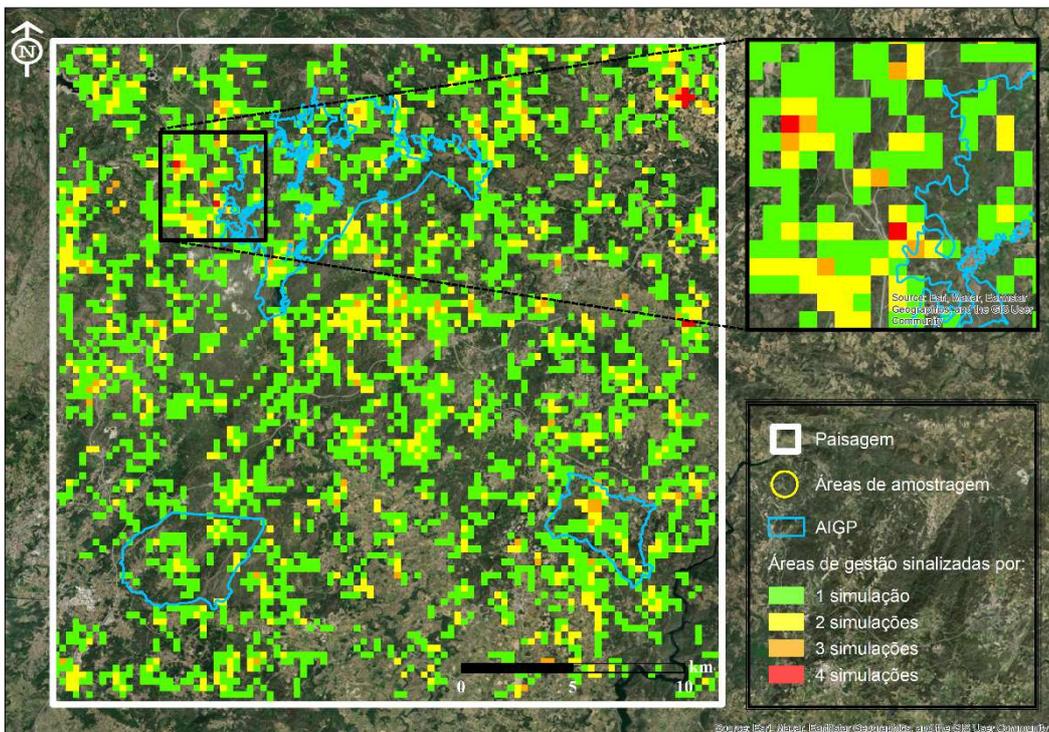


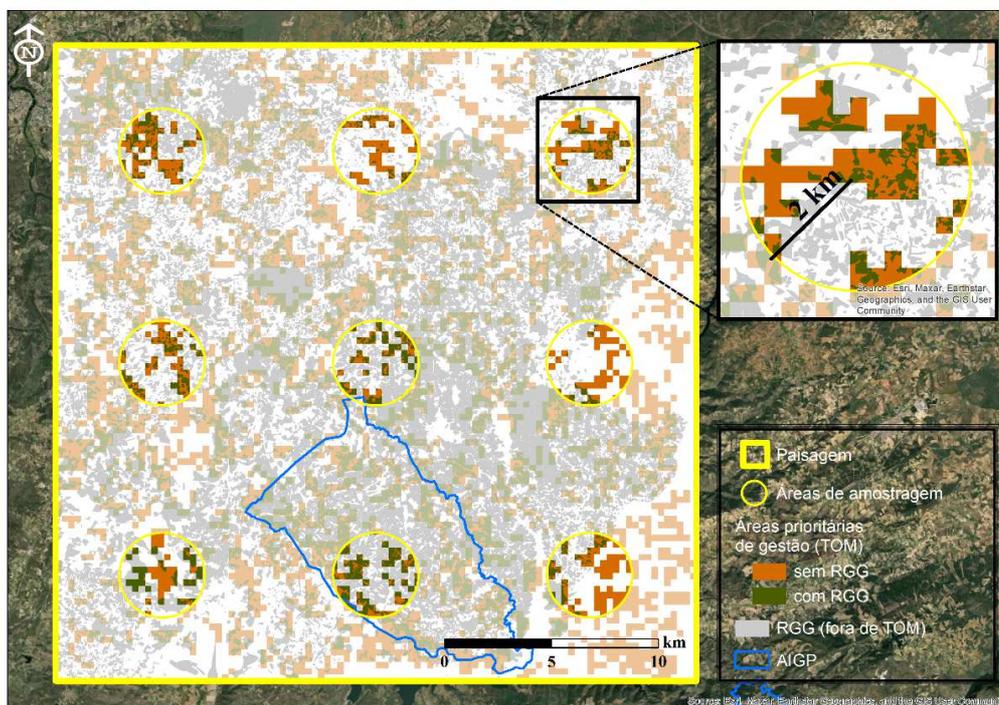
Fig. A6-4 - Áreas de gestão prioritárias na paisagem de Vila Real para travar grandes incêndios sinalizadas por 1-4 simulações de diferentes quadrantes na ferramenta Treatment Optimization Model (TOM).

ANEXO VII: Dados da cobertura dos prédios BUPi nas áreas prioritárias de gestão

Tabela A7-1 – Cobertura dos prédios BUPi (%) nas áreas de gestão prioritárias selecionadas pela ferramenta Treatment Optimization Model (TOM) nas paisagens de estudo, classificadas por níveis de importância de acordo com o número de simulações que as sinalizaram.

Paisagem	Prédios BUPi em áreas de gestão TOM sinalizadas por:				Total das simulações (ha; %)
	1 simulação (ha; %)	2 simulações (ha; %)	3 simulações (ha; %)	4 simulações (ha; %)	
Bragança	9.506,2 (41,7%)	2.514,7 (43,5%)	303,7 (41,2%)	28,4 (52,6%)	12.352,9 (42,1%)
Coimbra	10.077,8 (39,1%)	1.885,9 (38,7%)	189,4 (40,5%)	4,1 (22,8%)	12.157,1 (39%)
Viana do Castelo	4.733,1 (20%)	1.003,6 (19%)	135,1 (24,2%)	5,9 (21,9%)	5.877,7 (19,9%)
Vila Real	6.623,8 (29,2%)	1.610,9 (28,2%)	195,6 (30,2%)	12,2 (15,1%)	8.442,6 (29%)
Total	30.940,9 (32,6%)	7.015,1 (32,4%)	823,8 (34,2%)	50,6 (28,1%)	38.830,3 (32,6%)

ANEXO VIII: Mapas da amostragem para cálculo de índice de seletividade em áreas de gestão prioritária



52

Fig. A8.1 – Amostragem de prédios BUPi e áreas de gestão prioritária para cálculo de índice de seletividade sobre as áreas de gestão na **paisagem de Bragança**.

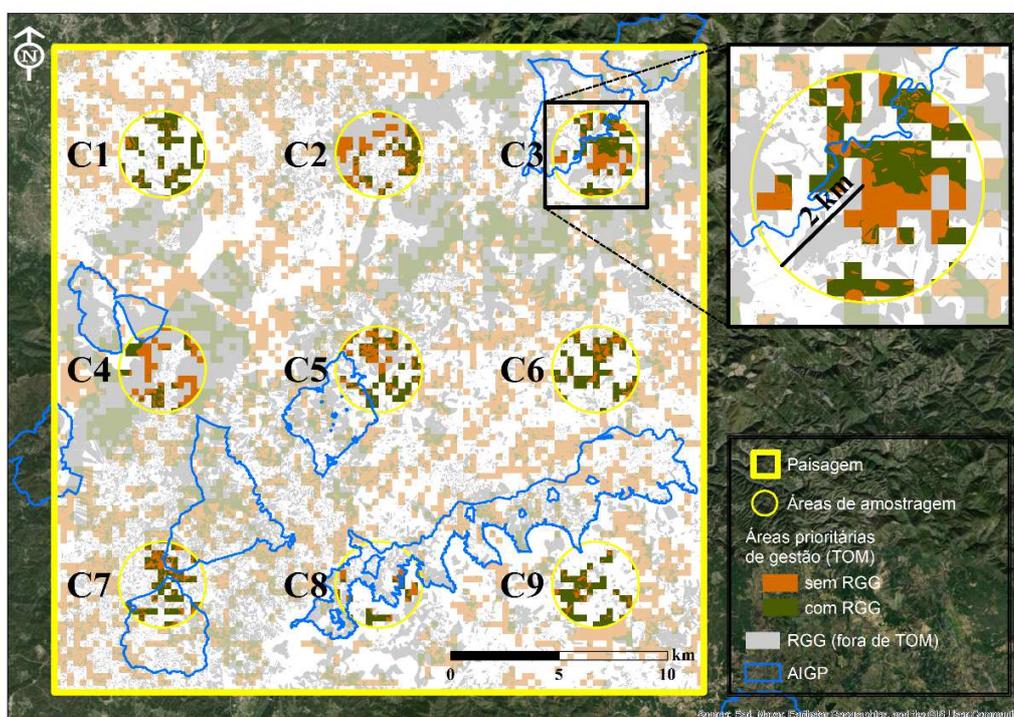


Fig. A8.2 – Amostragem de prédios BUPi e áreas de gestão prioritária para cálculo de índice de seletividade sobre as áreas de gestão na **paisagem de Coimbra**.

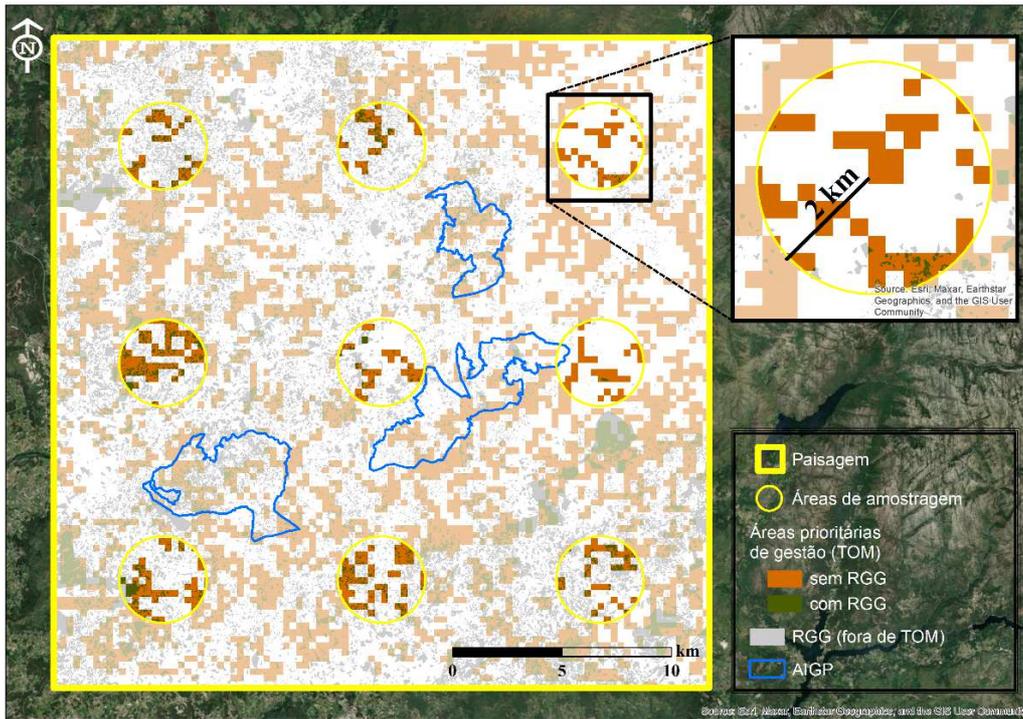


Fig. A8.4 – Amostragem de prédios BUPi e áreas de gestão prioritária para cálculo de índice de seletividade sobre as áreas de gestão na paisagem de Viana do Castelo.

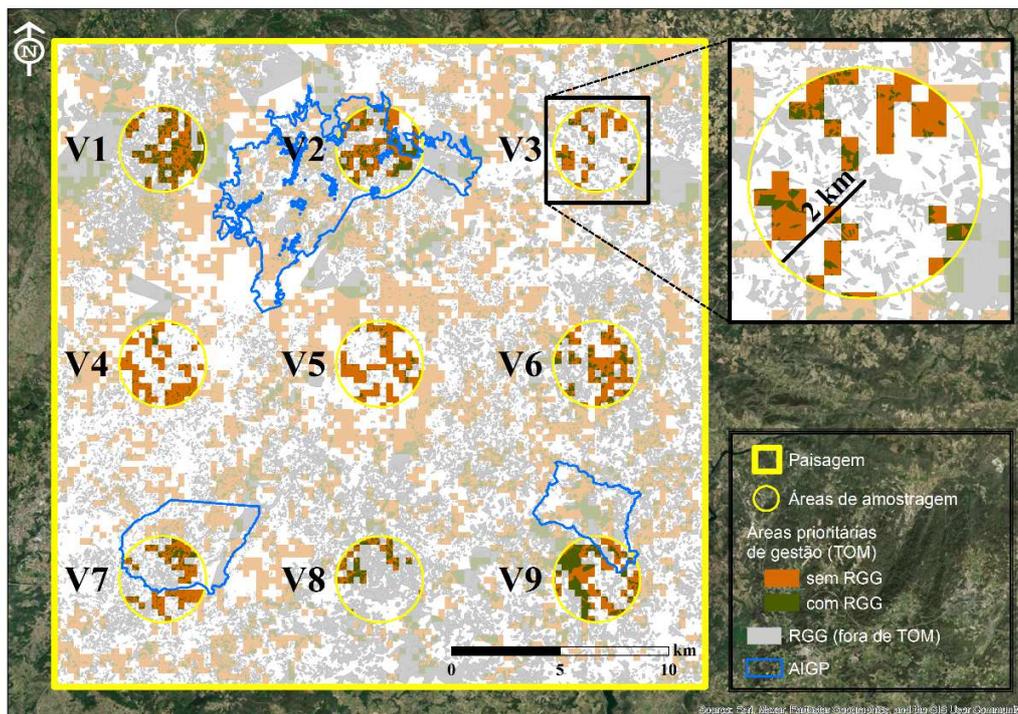


Fig. A8.4 – Amostragem de prédios BUPi e áreas de gestão prioritária para cálculo de índice de seletividade sobre as áreas de gestão na paisagem de Vila Real.

ANEXO IX: Dados da distribuição de prédios BUPi e áreas prioritárias de gestão para cálculo do índice de selectividade de Manly

Tabela A9-1 - Distribuição na **paisagem de Bragança** dos prédios BUPi e das áreas prioritárias de gestão identificadas com a ferramenta Treatment OptimizationModel (TOM) do FlamMap, para cálculo do índice de seletividade de Manly.

Amostras (ID)	Área (ha)	Prédios BUPi (ha)	Áreas de gestão prioritária (ha)	Prédios BUPi em áreas de gestão prioritária (ha)	Índice de selectividade de Manly
Br1	1256,6	542,2	483,1	169,1	0,8
Br2	1256,6	287,8	332,6	62,0	0,8
Br3	1256,6	403,4	441,5	135,7	1,0
Br4	1256,6	483,3	410,0	165,4	1,0
Br5	1256,6	779,6	369,9	222,4	1,0
Br6	1256,6	184,9	353,3	45,5	0,9
Br7	1256,6	618,0	428,9	214,6	1,0
Br8	1256,6	896,0	460,1	313,2	1,0
Br9	1256,6	296,5	499,4	97,9	0,8

54

Tabela A9-2 - Distribuição na **paisagem de Coimbra** dos prédios BUPi e das áreas prioritárias de gestão identificadas com a ferramenta Treatment OptimizationModel (TOM) do FlamMap, para cálculo do índice de seletividade de Manly.

Amostras (ID)	Área (ha)	Prédios BUPi (ha)	Áreas de gestão prioritária (ha)	Prédios BUPi em áreas de gestão prioritária (ha)	Índice de selectividade de Manly
Co1	1256,6	190,9	437,6	63,5	1,0
Co2	1256,6	767,7	454,1	285,4	1,0
Co3	1256,6	517,0	340,0	127,2	0,9
Co4	1256,6	893,6	423,4	304,3	1,0
Co5	1256,6	512,5	454,4	206,5	1,1
Co6	1256,6	281,5	611,6	218,3	1,6
Co7	1256,6	447,9	425,5	157,3	1,0
Co8	1256,6	501,3	167,1	85,9	1,3
Co9	1256,6	213,4	372,1	70,1	1,1

Tabela A9-3 - Distribuição na **paisagem de Viana de Castelo** dos prédios BUPi e das áreas prioritárias de gestão identificadas com a ferramenta Treatment Optimization Model (TOM) do FlamMap, para cálculo do índice de seletividade de Manly.

Amostras (ID)	Área (ha)	Prédios BUPi (ha)	Áreas de gestão prioritária (ha)	Prédios BUPi em áreas de gestão prioritária (ha)	Índice de selectividade de Manly
Vc1	1256,6	437,2	269,3	79,0	0,8
Vc2	1256,6	368,3	245,3	68,7	1,0
Vc3	1256,6	25,0	342,3	11,5	1,7
Vc4	1256,6	387,1	536,5	161,1	1,0
Vc5	1256,6	261,9	241,9	43,7	0,9
Vc6	1256,6	16,7	288,1	5,0	1,3
Vc7	1256,6	351,3	393,5	116,2	1,1
Vc8	1256,6	319,1	441,8	99,2	0,9
Vc9	1256,6	411,1	293,1	82,0	0,9

Tabela A9-4 - Distribuição na **paisagem de Vila Real** dos prédios BUPi e das áreas prioritárias de gestão identificadas com a ferramenta Treatment Optimization Model (TOM) do FlamMap, para cálculo do índice de seletividade de Manly.

Amostras (ID)	Área (ha)	Prédios BUPi (ha)	Áreas de gestão prioritária (ha)	Prédios BUPi em áreas de gestão prioritária (ha)	Índice de selectividade de Manly
Vr1	1256,6	577,5	609,4	264,3	0,9
Vr2	1256,6	478,8	588,1	227,1	1,0
Vr3	1256,6	318,5	315,9	67,7	0,8
Vr4	1256,6	106,6	490,1	43,6	1,0
Vr5	1256,6	124,6	485,8	42,6	0,9
Vr6	1256,6	396,9	504,4	136,3	0,9
Vr7	1256,6	346,2	420,7	110,1	0,9
Vr8	1256,6	672,9	220,5	101,6	0,9
Vr9	1256,6	534,7	612,0	285,4	1,1