

Efeito do Pastoreio no Controle da Vegetação em Sistemas Silvopastoris no Sítio de Interesse Comunitário do Romeu

Marleta Carlos Ngulele

Orientado por

Professora Marina Meca Ferreira de Castro

*Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança para obtenção do Grau de
Mestre em Gestão de Recursos Florestais*

Bragança, 2021

Dedico este trabalho aos meus irmãos Mauro Marley Ngulele, Isabel Carlos Ngulele e Martir Carlos Ngulele. Espero que vejam neste trabalho o resultado da convivência e companheirismo que partilhamos durante muitos anos e busquem no mesmo a fonte de inspiração para o sucesso no dia-a-dia das vossas carreiras.

Ofereço.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradecer a Deus pela fé de acreditar em mim mesma, pela vida que me concedeu do jeito que ele traçou, pelas tristezas que me motivaram a lutar e vencer na vida e pelas felicidades que me deram mais motivos para viver.

Ao Instituto de Bolsas de Estudo em Moçambique e ao Instituto Politécnico de Bragança que com a sua cooperação, tornaram possível a realização deste curso de mestrado.

Ao projeto Open2preserve através do programa Interreg Sudoeste pelo financiamento de execução dos trabalhos de campo para a coleta de dados usados no presente trabalho científico.

A minha família pelo apoio incondicional que embora à distância conseguiram transmitir o seu afeto em mim e em especial aos meus pais Zaida Samuel e Carlos Romão Ngulele pelo apoio e confiança e acima de tudo por acreditar em mim.

De forma especial, agradeço ao meu namorado Abrão José André de Castro, que sempre esteve presente dando sua motivação incondicional e por sempre acreditar em mim que eu conseguiria.

A minha orientadora professora Marina Meca Ferreira de Castro, que soube orientar de forma clara e objetiva, contribuindo cientificamente para realização deste trabalho científico.

Aos professores do curso de mestrado em Gestão de Recursos Florestais da Escola Superior Agrária de Bragança, pelo conhecimento transmitido durante dois anos da minha formação.

A todos que direta e indiretamente contribuíram de diversas maneiras, para o êxito da minha formação, ficam os meus eternos agradecimentos. **Muito obrigada!**

RESUMO

O pastoreio é uma ferramenta essencial na gestão da vegetação de áreas sujeitas a incêndios. O papel do pastoreio no controle da vegetação, centra-se no potencial da remoção dos combustíveis finos e da vegetação arbustiva pelos animais, neste trabalho foram usados ovinos da raça Churra Galega Bragançana. Avaliou-se a cobertura vegetal (herbácea e arbustiva), biovolume e biomassa herbácea disponível no sub-bosque de um bosque mediterrânico no Sítio de Interesse Comunitário do Romeu (SIC PT CON0043), em três tratamentos pastoreio sem limpeza mecânica prévia, pastoreio com limpeza mecânica prévia e limpeza mecânica sem pastoreio, em quatro períodos (janeiro de 2020, julho de 2020, novembro de 2020 e maio de 2021). A cobertura vegetal avaliou-se pelo método da linha de intercepção, através de quatro transeptos (20 m) fixos em cada um dos tratamentos. Em cada transepto mediu-se o comprimento da intercepção na vegetação ao longo de 20 metros, distinguindo-se as herbáceas como um todo e as arbustivas por espécie, e foram medidas as alturas modais de todas as intercepções em vegetação arbustiva. A avaliação do biovolume obteve-se através do produto da cobertura vegetal arbustiva em percentagem pela altura. A biomassa herbácea avaliou-se pelo método de corte e pesagem em quadrados de 0.25 m de lado.

Os resultados mostraram diferenças na proporção de cobertura vegetal herbácea e arbustiva e biovolume entre tratamentos e entre momentos. Relativamente à biomassa herbácea, nos tratamentos com e sem pastoreio após limpeza, há diferenças significativas entre estes evidenciando o efeito do pastoreio na remoção dos combustíveis finos.

Palavras chaves: Pastoreio, controle da vegetação, sistemas silvopastoris.

ABSTRACT

Grazing is an essential tool in the management of vegetation in areas subject to fire. The role of grazing in the control of vegetation, focuses on the potential of removal of fine fuels and shrubby vegetation by animals, in this work sheep of the Churra Galega Bragançana breed were used. The vegetation cover (herbaceous and shrubs), biovolume and herbaceous biomass available in the understory of a Mediterranean forest in the Romeu Community Interest Site (SIC PT CON0043) were evaluated in three treatments grazing without prior mechanical cleaning, grazing with cleaning previous mechanics and mechanical cleaning without grazing, in four periods (winter 2020, summer 2020, winter 2020 and summer 2021). The vegetation cover was evaluated by the interception line method, through four transects (20 m) fixed in each one of the treatments. In each transect, the length of the intercept in the vegetation was measured over 20 meters, distinguishing the herbaceous as a whole and the shrubs by species, and the modal heights of all the intercepts in the shrub vegetation were measured. Biovolume evaluation was obtained through the product of the shrub vegetation cover in percentage by height. The herbaceous biomass was evaluated by the method of cutting and weighing in squares of 0.25 m side.

The results showed differences in the proportion of herbaceous and shrub vegetation cover and biovolume between treatments and between moments. Regarding herbaceous biomass, in treatments with and without grazing after cleaning, there are significant differences between them, evidencing the effect of grazing in the removal of fine fuels.

Key words: Grazing, vegetation control, silvopastoral systems.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO.....	ii
ABSTRACT.....	iii
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE ABREVIATURAS	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Os incêndios rurais em região mediterrânea.....	3
2.2. A importância da pecuária extensiva no controle dos combustíveis.....	7
2.3. Sistemas agroflorestais como técnica de gestão dos combustíveis	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1. Área de estudo.....	12
3.2. Caracterização climática	12
3.3. Uso e ocupação do solo no território	13
3.4. Descrição da área percorrida pelo rebanho e área experimental	14
3.5. Utilização do território pelo rebanho	16
3.6. Coberto Vegetal	17
3.7. Biovolume.....	18
3.8. Biomassa herbácea.....	18
3.9. Cálculos e tratamento estatístico.....	20
3.10. Análise estatística.....	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1. Análise de Variância (ANOVA).....	22
4.2. Variação do coberto vegetal (CV) nos diferentes tratamentos ao longo do tempo.....	24
4.3. Variação do coberto vegetal herbáceo (cvHerb) nos diferentes tratamentos ao longo do tempo.....	24

4.4.	Varição do coberto vegetal arbustivo (cvArbu) nos diferentes tratamentos ao longo do tempo	26
4.5.	Varição do solo nu, manta morta e pedra nos diferentes tratamentos ao longo do tempo	27
4.6.	Varição do biovolume nos diferentes tratamentos ao longo do tempo	27
4.7.	Varição da biomassa nos diferentes tratamentos ao longo do tempo	30
5.	CONCLUSÕES	32
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização geográfica da área de estudo	12
Figura 2. Valores de precipitação mensal e valores da temperatura média mensal do concelho de Mirandela 1951-1980.....	13
Figura 3. Delimitação do <i>home range</i> do rebanho e área experimental.....	15
Figura 4. Pastoreio do rebanho na área experimental do estudo.....	16
Figura 5. Amostragem de transepto e medição da altura das espécies.....	17
Figura 6. Amostragem de coleta da biomassa herbácea	19
Figura 7. Secagem e pesagem da biomassa em estufa.....	19
Figura 8. Variação do CV nos diferentes tratamentos ao longo do tempo.....	24
Figura 9. Variação do cvHerb nos diferentes tratamentos ao longo do tempo	25
Figura 10. Variação do cvArbu nos diferentes tratamentos ao longo do tempo	26
Figura 11. Variação do biovolume nos diferentes tratamentos ao longo do tempo	28
Figura 12. Variação da biomassa herbácea nos diferentes tratamentos ao longo do tempo	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação do biovolume ao risco relativo de ocorrência de incêndios	18
Tabela 2. Equações para o cálculo dos diversos parâmetros de coberto vegetal	20
Tabela 3. Análise de Variância (ANOVA) referente a diferentes variáveis em função do tratamento e momento.	22
Tabela 4. Valores das médias e desvios de padrão das diferentes variáveis entre tratamentos e momentos.	23

LISTA DE ABREVIATURAS

ANOVA - Análise de Variância

CV – Coberto Vegetal

cvHerb – Coberto vegetal herbáceo

cvArbu – Coberto vegetal arbustivo

DFCI – Defesa da Floresta Contra Incêndios

EFN – Estratégia Nacional para as Florestas

EP – Experiência Piloto

GNR – Guarda Nacional Republicana

ICNF – Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas

INMG – Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica

PAC – Política Agrícola Comum

PNDFCI – Plano Nacional da Defesa da Floresta contra Incêndios

SEPNA – Serviço de Proteção da Natureza

SIC – Sítio de Interesse Comunitário

1. INTRODUÇÃO

Os incêndios são o agente mais determinante na perda de valor da floresta em Portugal (Fonseca *et al.*, 2021), sendo responsáveis por significativas alterações de uso do solo e paisagem. A floresta carece de uma gestão ativa e a incorporação da gestão florestal é fundamental para aumentar a sua resiliência e proteção frente aos incêndios (Ricardo, 2010). A intervenção no setor florestal deve obedecer princípios de sustentabilidade, respeitando a sua multifuncionalidade, no entanto, admite-se que qualquer tipo de intervenção, além de dever respeitar os princípios gerais das boas práticas florestais, deverá ser diferenciada e dirigida, em função da situação em causa. No entanto a vulnerabilidade a fatores externos como os incêndios é um problema transversal à generalidade das áreas florestais, considerando-se um fator crítico para a sustentabilidade dos territórios rurais (Ferreira and Seixas, 2007).

O pastoreio é atualmente reconhecido como uma prática de gestão de combustível, entre outras, pela Estratégia Nacional para as Florestas (ENF), o que é muito interessante, especialmente considerando o contexto histórico florestal de Portugal (Silva, 2012). Visões mais conservadoras continuam a insistir nos prejuízos que os animais provocam nas árvores desvalorizando o papel positivo ao nível da gestão do sub-bosque (Rocheta, 2011).

O pastoreio é uma ferramenta essencial na gestão da vegetação, na criação de mosaicos e manutenção da heterogeneidade das paisagens e vigilância dos territórios. No entanto, nas atuais condições socioeconómicas dos nossos territórios rurais há dificuldades em encontrar pressão de pastoreio compatível com as necessidades de consumo da biomassa (Castro *et al.*, 2020). É nossa convicção de que é possível implementar uma estratégia de promoção do pastoreio dirigido que permita o consumo dos combustíveis nos territórios rurais, o pastoreio e o risco de incêndio são, naturalmente concorrentes, sendo necessário atuar nas vontades para que pastores e pastoreio sejam cúmplices e proprietários de gado e florestais sejam aliados, permitindo que os combustíveis sejam consumidos e a sua remoção seja efetiva (Castro, *et al.*, 2018).

Neste contexto, a compreensão do papel dos herbívoros na redução do risco de incêndio, carece da avaliação do potencial de remoção de biomassa pelos animais nos ecossistemas. O presente trabalho, enquadra-se na filosofia de que os herbívoros têm um impacto positivo na defesa da floresta contra incêndios, através do controle parcial da vegetação do sub-bosque.

Este estudo integra-se no projeto de Cooperação Transnacional entre Portugal, França e Espanha (Programa INTERREG SUDOE), Open2preserve - Modelo de Gestão sustentada para a preservação de espaços abertos de montanha de alto valor ambiental, cujo objetivo é encontrar modelos de gestão florestal sustentável que contribuam para minimizar o risco de incêndio florestal, bem como garantam a preservação dos serviços dos ecossistemas e a qualidade ecológica das zonas abertas de montanha de alto valor ambiental suscetíveis de ameaças. Além disso, o projeto Open2Preserve procura definir novas estratégias para oferecer soluções inovadoras que garantam a sustentabilidade económica e a viabilidade a longo prazo do modelo de gestão, promovendo a criação de novos empregos e o desenvolvimento sustentável da região.

Assim este estudo visa avaliar o efeito do pastoreio e limpeza mecânica no controle dos combustíveis finos e vegetação arbustiva numa floresta aberta mediterrânica dominada por *Quercus faginea*, *Quercus rotundifolia* e *Quercus suber* no Sítio de Interesse Comunitário do Romeu (PT CON0043). A avaliação foi feita a partir da cobertura vegetal (coberto vegetal, coberto vegetal herbáceo, coberto vegetal arbustivo), biovolume e biomassa herbácea presente no sub-bosque do sistema acima referido em três diferentes tratamentos - sem limpeza mecânica com pastoreio, limpeza mecânica com pastoreio e limpeza mecânica sem pastoreio, entre janeiro de 2020 e maio de 2021.

A dissertação organiza-se em cinco capítulos:

- Capítulo 1 introduz-se o tema e descrevem-se os objetivos do trabalho.
- Capítulo 2 faz-se uma revisão sobre os incêndios rurais na região mediterrânica, importância da pecuária extensiva no controle dos combustíveis e sistemas agroflorestais como técnica de gestão dos combustíveis.
- Capítulo 3 apresenta-se a área de estudo e descrevem-se os métodos utilizados.
- Capítulo 4 apresenta-se os resultados obtidos e faz-se a discussão dos mesmos.
- Capítulo 5 são destacados os resultados - conclusões mais relevantes.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Os incêndios rurais em região mediterrânica

As regiões mediterrânicas ocorrem na transição entre as zonas climáticas temperadas e tropicais, em latitudes que variam sensivelmente entre 30° e 40° nos hemisférios Norte e Sul, na parte oeste dos continentes (Gómez-Sal, 2000). Distribuem-se pelos cinco continentes, nas regiões da chamada bacia do Mediterrâneo (países banhados pelo mar mediterrâneo), África do Sul, sudoeste da Austrália, Chile e Califórnia. Na Europa, a região mediterrânica é composta pelo território da Grécia, Malta e Chipre e inclui parte dos territórios de França, Itália, Espanha e Portugal (Sundseth, 2009). Estas regiões caracterizam-se por precipitações irregulares, verões secos e quentes favorecendo a ocorrência de incêndios rurais (Castro *et al.*, 2019).

Na Europa cerca de 85% da área total ardida ocorre nos países europeus mediterrâneos contabilizando-se em média cerca de 65.000 incêndios por ano (Oliveira *et al.*, 2013). A relação entre o número de incêndios e a área ardida varia muito no território de Portugal continental. Os grandes incêndios registados em Portugal ocorre em zonas de abandono rural, em regiões onde a cobertura vegetal e uso do solo não são muito fragmentados, havendo grandes manchas contínuas de florestas ou matos, o que praticamente possibilita a propagação de grandes incêndios (Pereira *et al.*, 2006).

Os incêndios florestais constituem a mais séria e crescente ameaça à floresta portuguesa, empobrecendo o país, deprimindo o estado de ânimo nacional, destruindo o valor de forma sistemática e comprometendo severamente a sustentabilidade social e económica do território (Beighley, 2005). Entre 1980-2004, os incêndios devastaram mais de 2,7 milhões de hectares de área de floresta, em Portugal (PNDFCI, 2005).

As estatísticas dos incêndios florestais revelam que ao longo dos últimos 35 anos, Portugal foi o único entre os países do sul da Europa que não conseguiu reduzir significativamente a média anual da área ardida (San-Miguel-Ayanz *et al.*, 2017, citado por Castro *et al.*, 2018). Também os trágicos incêndios de 2017 revelaram a extrema vulnerabilidade de Portugal a condições meteorológicas extremas e a premência em encontrar meios eficazes de gestão dos combustíveis (Castro *et al.*, 2018).

Cerca de 90% da área ardida em Portugal concentra-se nos períodos entre junho e setembro, quando ocorrem temperaturas elevadas e a dessecação dos combustíveis gera um ambiente propício à propagação dos incêndios (Oliveira *et al.*, 2007; Lourenço *et al.*, 2012).

Várias razões têm sido sugeridas para o aumento de incêndios verificados nas últimas três décadas, entre elas as alterações climáticas, particularmente a ocorrência de ondas de calor com níveis de humidade relativa muito baixa (Amraoui *et al.*, 2015), homogeneização da paisagem e acumulação de combustível, perda da função da floresta, reflorestamento em massa com pinheiros e redução de áreas de pastagem, levando ao aumento de matagais e florestas (Pausas and Fernández-Muñoz, 2012).

O aumento do fenómeno de grandes incêndios também se deve à combinação do aumento do risco de ignição consequente da utilização terciária dos espaços rurais na interface urbano - florestal e ao aumento do risco de propagação que resulta do abandono da atividade agrícola e falta de gestão da paisagem rural, que tem contribuído para o aumento das cargas e continuidade da biomassa combustível (Sardo, 2019).

As transformações socioeconómicas corridas na segunda metade do século XX, nos países do sul da Europa, contribuíram para o cenário atual dos incêndios, sendo atualmente mais prováveis de ocorrer e mais difíceis de extinguir, devido por um lado, à elevada quantidade de material vegetal combustível acumulada e por outro, às condições climáticas favoráveis à ocorrência de incêndios catastróficos, resultando num incremento da dimensão das áreas ardidas (Ferreira-Leite *et al.*, 2013). A redução da pressão de uso sobre o território associado às transformações socioeconómicas têm contribuído para uma homogeneização da paisagem, perda de biodiversidade e aumento do risco de incêndio (Silva, 2010).

Em Portugal a Guarda Nacional Republicana - Serviço de Proteção da Natureza (GNR/SEPNA, 2009), investigou cerca de 12.175 ocorrências, cerca de 99% das causas de incêndio têm origem humana, sendo apenas 1% provocadas por causas naturais (raios com descargas elétricas com origem em trovoadas, frequentes trovoadas e secas durante o verão ou período crítico). Dos resultados apurados verificou-se que entre as principais causas sobressaem os comportamentos negligentes associados ao uso do fogo (correspondendo a 36% das causas), entre eles destacam-se

as queimas de sobrantes (limpeza agrícola e florestal) ou da limpeza de áreas urbanizadas (Santos, 2010).

As causas indeterminadas correspondem a 32% e o incendiário a 26% (classe que enquadra as manobras de diversão, aos conflitos entre vizinhos, fogo posto por motivação de vingança, o prazer de destruição como o vandalismo e outras situações dolorosas). Entre as causas estruturais (3%) destacam-se os conflitos motivados pela caça e vida selvagem e entre as causas acidentais (2%) sobressaem as relacionadas com a utilização de máquinas agrícolas ou equipamentos florestais (Santos, 2010).

Os incêndios rurais são muito comuns nos países da Europa mediterrânea, causando perdas sociais, económicas, ambientais e até vidas humanas (Shakesby, 2011). Mais do que prejuízo privado importa sublinhar os danos que os incêndios provocam para a sociedade como um todo, desde a perda de matérias primas, passando pelo contributo negativo para o balanço do dióxido de carbono (CO₂) perdendo-se os efeitos benéficos das florestas enquanto sequestradoras de gases com efeito de estufa e até pelos efeitos psicológicos do drama das pessoas atingidas (Castro, 2008).

Os incêndios têm consequências sociais muito graves, traduzidas em vítimas mortais e uma multiplicidade de feridos entre populações e bombeiros, para além da destruição de inúmeras habitações (Lourenço and Patrício, 2018). Por outro lado, a destruição dos modos de vida das populações rurais, nomeadamente a perda de culturas agrícolas, rebanhos e florestas afeta por vezes de forma irremediável estas comunidades, como se verificou no último grande incêndio ocorrido no Algarve em 2012 (Silva, 2012). Também os incêndios de outubro de 2017, tiveram consequências terríveis em diferentes contextos e dimensões, desde a perda de vidas humanas, perda de habitações consumidas pelo fogo ou danificadas pelo fumo, destruição de povoamentos florestais, desaparecimento de postos de trabalho e morte de animais (Garcia, 2018). Estes incêndios foram de tal forma severos que afetaram 30 concelhos de seis distritos do centro de Portugal (Guarda, Coimbra, Viseu, Leiria, Aveiro e Castelo Branco) abrangendo cerca de 241.000 hectares (Garcia, 2018).

Entre os diversos e profundos problemas ambientais que decorrem dos incêndios, destaca-se a erosão dos solos, uma área ardida, quando sujeita a chuvas intensas, pode tornar-se mais suscetível e originar facilmente outro tipo de riscos tais como deslizamentos, cheias e ou inundações (Santos *et al.*, 2006). Com a perda da vegetação num incêndio, a drenagem da água que ocorria anteriormente é afetada, aumentando o potencial erosivo do solo (Keifer and Effenberger, 2020) e também com a destruição da camada superficial, os solos ficam mais vulneráveis a fenómenos de erosão e transporte de materiais provocados pelas águas pluviais, reduzindo também a sua permeabilidade (Rocha, 2016).

Os incêndios têm efeitos negativos sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, que geralmente dependem da severidade do incêndio, os incêndios aumentam o número de macroporos (não capilares), sem alterar substancialmente a porosidade total do solo, a diminuição dos microporos retentores de água, provoca um conseqüente aumento da permeabilidade dos solos (Pereira, 2018). Relativamente ao nível da poluição dos recursos hídricos, os incêndios tendem a aumentar caudal de sólidos dos cursos de água e o caudal de ponta de cheia (Correia, 2017) e a subsequente sedimentação de materiais transportados durante o incêndio contamina a qualidade da água em rios, estuários e reservatórios (Keifer and Effenberger, 2020).

Relativamente às conseqüências climáticas, os incêndios têm um efeito duplamente negativo ao nível das emissões, na medida que origina a libertação de gases de efeito estufa (GEE), como reduz a capacidade de absorção e armazenamento de dióxido de carbono (CO₂) (Pereira, 2018). Quando os incêndios deflagram, emitem CO₂ para a atmosfera contribuindo para o aumento dos GEE que aquecem o planeta (Duarte, 2015). Com o desaparecimento da cobertura vegetal, desaparecem também emissores de humidade para a atmosfera (Filipe and Serralha, 2015), e verifica-se o aumento da amplitude térmica e diminuição da humidade relativa (Pereira, 2018).

Por outro lado, a destruição da vegetação num incêndio, sobretudo a sua recorrência, pode conduzir os ecossistemas a perdas de biodiversidade e produção de serviços. A biodiversidade da fauna é afetada diretamente, devido à morte de animais que não conseguem escapar ao fogo e indiretamente através da perda de habitat natural das espécies (Santos, 2010). Os animais são afetados pela perda de habitat, recursos e locais de nidificação, a recorrência de incêndios numa determinada área florestal pode causar um abandono definitivo de espécies autóctones, alterando dessa forma o ecossistema (Keifer and Effenberger, 2020).

2.2. A importância da pecuária extensiva no controle dos combustíveis

A pecuária extensiva é uma atividade baseada na interação entre homem, rebanho e território, dependendo principalmente da diversidade espacial e temporal da região, bem como da disponibilidade e heterogeneidade dos recursos forrageiros (Castro, 2016). É uma atividade importante para a valorização e gestão de espaços rurais, mas do que um meio de sobrevivência, pretende-se que a investigação possa transformá-la numa atividade inserida num contexto económico e social no controle dos combustíveis (Castro *et al.*, 2003).

Os sistemas de produção animal extensiva caracterizam-se pelo baixo consumo de *inputs* agronómicos ou veterinários e procura constante de ajustamentos internos, ou seja, uma rentabilidade baseada em baixos consumos de capital, mantendo a produtividade em níveis aceitáveis (Castro, 2016). Tradicionalmente, os sistemas de produção animal extensiva caracterizam-se pelo baixo número de animais por unidade de superfície, baixa produtividade animal, pastoreio em áreas marginais como elemento eficaz na prevenção de incêndios e valorização dos recursos naturais com baixa implementação de tecnologias avançadas (Bellido *et al.*, 2001).

Ao longo da história a prática de produção animal extensiva desempenhou um papel importante para a economia rural de Portugal, as diferentes condições climáticas e fisiográficas permitem desenvolver diferentes sistemas de pastoreio adaptados a diferentes ecossistemas e uma grande riqueza de raças (Silva, 2012).

No Nordeste de Portugal, a produção animal extensiva de pequenos ruminantes baseia - se no sistema de pastoreio de percurso, um sistema de alimentação itinerante em que o rebanho percorre uma complexa rede de circuitos com periodicidade variável, os circuitos de pastoreio cruzam unidades territoriais (parcelas, pousios bosques, etc.) muito diversas, com recursos forrageiros de elevada heterogeneidade em valor, abundância e sazonalidade, este tipo de pastoreio representa a forma de produção e exploração das variadas raças de pequenos ruminantes (Castro and Castro, 2003).

A importância dos sistemas de produção animal extensiva supera largamente os aspetos económicos, a sua relevância em termos culturais, sociais e ecológicos é enorme e amplamente reconhecida. Do ponto de vista ecológico a importância de produção animal extensiva é crucial na conservação de numerosos processos, estruturas, espécies, entre outras formas de biodiversidade, o seu papel na conservação das raças autóctones parece hoje ser inequívoco e determinante (Castro, 2016). Também o seu papel na redução dos combustíveis e consequente redução do risco de incêndio é amplamente aceite (Castro, 2008).

De acordo com (Lasanta *et al.*, 2019) a produção animal extensiva é muito relevante na redução dos combustíveis. A gestão da vegetação através do pastoreio é uma ferramenta de gestão de território, no caso de países como Portugal com elevado risco de ocorrência de incêndios florestais (Correia, 2018).

A União Europeia, através da Política Agrícola Comum (PAC) tem apoiado fortemente a produção animal extensiva desde 1992, mediante o pagamento de subsídios, incentivando através do pastoreio, a manutenção de superfícies florestais abandonadas, nomeadamente pelo controle de matos e também pela manutenção de manchas agrícolas inseridas em áreas florestais, bem como a preservação de maciços de espécies arbóreas ou arbustivas, com a finalidade de combater incêndios florestais (Costa, 2017). O valor do apoio financeiro anual é estabelecido em função da área de intervenção prioritária submetida ao pastoreio e em função do biovolume observado após um ano de pastoreio (Costa, 2017).

Em Portugal o governo lançou um programa (Despacho n° 3897\2018 de 17 de Abril) de apoio e limites à utilização do pastoreio de ovinos e caprinos em regime de produção extensiva na redução dos combustíveis em zonas prioritárias, numa medida que se pretende prevenir o risco de incêndio, podendo ser complementado por efetivo de outras espécies, como instrumento de gestão dos combustíveis numa ótica de DFCI (Defesa da Floresta Contra Incêndios).

A gestão dos combustíveis pode ser feita através de várias técnicas, tais como limpezas mecânicas e manuais, fogo controlado, mobilização dos solos ou utilização de produtos fitoquímico e pastoreio (Ribeiro, 2014). De acordo com Fonseca *et al.*, (2021) o pastoreio deve ser usado como técnica complementar e não de intervenção primária, ou seja, previamente à sua utilização deve ser utilizada uma técnica de controle inicial frequentemente fogo controlado ou limpeza mecânica.

A combinação do fogo e pastoreio, designada por herbivoríssimo pírico (“pyric herbivorism”) (Fuhlendorf *et al.*, 2009), é uma técnica que tem sido impulsionada nos últimos anos e permite a criação de paisagens em mosaico com maior resiliência aos incêndios. Esta técnica tem sido investigada pelo projeto Open2Preserve e atualmente também a Agência para a Gestão Integrada dos Fogos Rurais tem em curso um programa experimental – Mecanismo de Apoio às queimadas em três territórios do Norte de Portugal que visa avaliar a eficácia da técnica (Pinto *et al.*, 2021).

Bugalho *et al.*, (2006) assume que devido aos efeitos que provoca na vegetação, o pastoreio pode constituir uma ferramenta útil na gestão dos habitats, o controle da vegetação combustível, fundamental na prevenção dos incêndios rurais pode ser feita através do pastoreio. De acordo com os mesmos autores, a melhor utilização desta ferramenta de gestão é compreender as estratégias alimentares dos animais de pastoreio assim como os efeitos que exercem na vegetação e por fim discute o efeito do pastoreio na prevenção dos incêndios.

O papel do pastoreio no controle da vegetação, centra-se no potencial da remoção dos combustíveis finos e da vegetação arbustiva pelos animais, bem como na redução dos custos ligados à gestão florestal quando é integrado o pastoreio no controle da vegetação arbustiva ou herbácea (Lourinho, 2012). A remoção da biomassa a custos aceitáveis só é possível através do fogo controlado ou pelo pastoreio, mas concretamente por um pastoreio dedicado a este fim ou soluções que provavelmente poderão ser aplicadas de forma complementar (Fonseca *et al.*, 2021). A redução do combustível fino diminui a frequência dos incêndios e a redução do biovolume das espécies diminui a intensidade dos incêndios (Rocheta, 2011).

Um dos primeiros estudos relativos à utilidade do pastoreio na prevenção dos incêndios foi preconizado na Califórnia, onde, desmistificou-se a ideia de que a utilização de caprinos possa constituir uma ameaça ao património florestal, defendendo e orientando nas tomadas de decisão em relação ao manejo animal, para uma gestão correta e manutenção de faixas de gestão dos combustíveis através do pastoreio de cabras (Green and Newell, 1982). Também, Silva-Pando and Hernández, (1992) investigaram a reintrodução de gado para aumentar a produção de carne e ao mesmo tempo para reduzir a quantidade da biomassa acumulada na superfície do solo, reduzindo assim o risco de incêndio através das formações de descontinuidades na vegetação devido às atividades de pastoreio. Em França há relatos de comunidades rurais que se associam para adquirir rebanhos comuns com objetivo essencial de limpeza florestal, também em algumas

comunidades autónomas Espanhóis, o pastoreio sobretudo de caprinos é financiado para conservar a rede de corta-fogos (San Miguel Ayanz, 2001).

2.3. Sistemas agroflorestais como técnica de gestão dos combustíveis

Os sistemas agroflorestais são sistemas do uso da terra em que se combinam deliberadamente na mesma unidade de superfície, espécies lenhosas com cultivos agrícolas anuais e ou animais de forma consecutiva ou simultânea (Nair, 1991).

Nair, (1991) citado por Fernández-Núñez and Castro, (2016) distingue sistema de prática agroflorestal referindo-se ao primeiro como um grupo de componentes físicos, isto é, um conjunto de objetos conectados ou relacionados de forma a funcionar como um todo, e prática agroflorestal como uma forma de uso do solo específico de natureza agroflorestal numa exploração agrícola ou outro tipo de exploração. De acordo com os seus componentes, os sistemas agroflorestais classificam-se em: *agrosilvopastoril* combinando árvores ou outras lenhosas, culturas agrícolas e animais; *agrisilvicola* combinando árvores ou outras lenhosas com culturas agrícolas e *silvopastoril* combinando árvores ou outras lenhosas e animais (Nair, 1991).

Relativamente ao arranjo espacial e temporal dos seus componentes, reconhecem-se seis tipologias de prática agroflorestal: *Silvoarable agroforestry* - cultura em corredor, *Forest farming* - cultura em bosque, *Riparian buffers strips*-sebes amortecedoras ou linhas de vegetação com função de isolamento, *Silvopasture* - silvopastoril, *Multipurpose trees* - árvores multifuncionais e *Improved fallow* - pousios de melhoramento, culturas preparatórias (Mosquera-Losada *et al.*, 2009; citado por Fernández-Núñez and Castro, 2016).

Os sistemas silvopastoris são um tipo entre os agroflorestais que se caracterizam por integrar componentes lenhosos, animais e/ou pasto, alguns ocorrem de forma natural, enquanto outros são planeados (Mosquera-Losada *et al.*, 2009). A simbiose entre floresta e pastoreio é conseguir combinar dois sistemas de organização (a intervenção florestal e a exploração animal), que devem ao longo do tempo partilhar um modelo territorial (povoamentos florestais e zonas de pastoreio) na prossecução dos seus objetivos distintos, para uma manutenção e regeneração das árvores e para outro a exploração animal (Rigueiro-Rodríguez *et al.*, 2014).

Os sistemas silvopastoris são formas de gestão territorial com objetivos múltiplos, entre os quais se inclui a redução do risco de incêndio. A componente animal nos silvopastoris consome os estratos inferiores de biomassa, permitindo a redução substancial do uso de intervenções tradicionais como cortes manuais ou mecânicos e fogo controlado (Rigueiro-Rodríguez *et al.*, 2014). É uma forma de gestão que permite a gestão sustentável da carga de combustível, garante o potencial de vigilância e de deteção de incêndios pela presença de pastores no território, contribuindo também para a preservação das raças autóctones (Fonseca *et al.*, 2021).

A presença de animais, principalmente ruminantes, como parte integrante destes sistemas permite, entre outras ações, a gestão da vegetação; o pastoreio regula a acumulação de biomassa e cria situações de heterogeneidade fomentadoras da diversidade florística, (Bellido *et al.*, 2001). No caso dos montados, a utilização de pequenas mobilizações, associada ao pastoreio de pequenos ruminantes, é uma medida que contribui para minimizar o aumento da dominância de espécies indesejáveis (Bellido *et al.*, 2001).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

A área de estudo localiza-se no Romeu - Sítio de Interesse Comunitário (SIC PT CON0043), no Nordeste de Portugal. A área experimental encontra-se no Vimieiro, aldeia anexa da freguesia de Avantos e Romeu localizada no concelho Mirandela, distrito de Bragança (**Figura 1**).

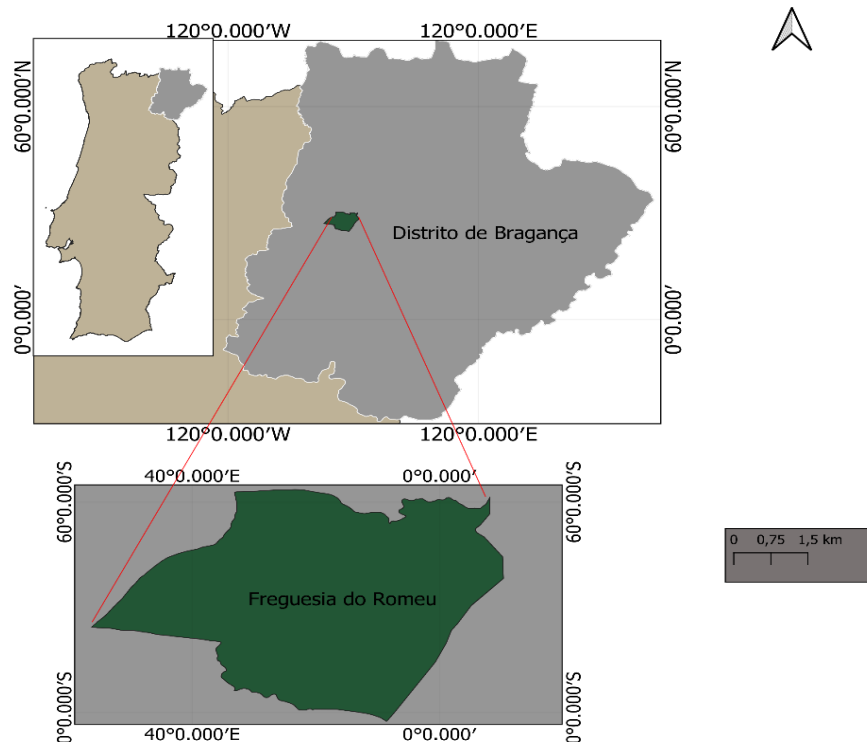


Figura 1. Localização geográfica da área de estudo

3.2. Caracterização climática

Para a caracterização climática foram usados os dados da estação sinótica de Mirandela, no período de 1951-1980, do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica (INMG) de Portugal. A temperatura média anual é de 14.2 °C, no mês mais frio (janeiro) a temperatura varia entre 2 °C e 10.2 °C e no mês mais quente (julho) entre 15.6 °C e 31.6 °C. A precipitação média anual é de 520.1 mm, distribuída essencialmente de outubro a abril (**Figura 2**) (INMG, 1991). Segundo a classificação de Rivas Martínez (1983), a região apresenta um clima meso-mediterrâneo seco (300-600 mm), já que a temperatura média anual encontra-se no intervalo de 13 - 17 °C e a temperatura do mês mais frio encontra-se no intervalo de 1°C e 14 °C.

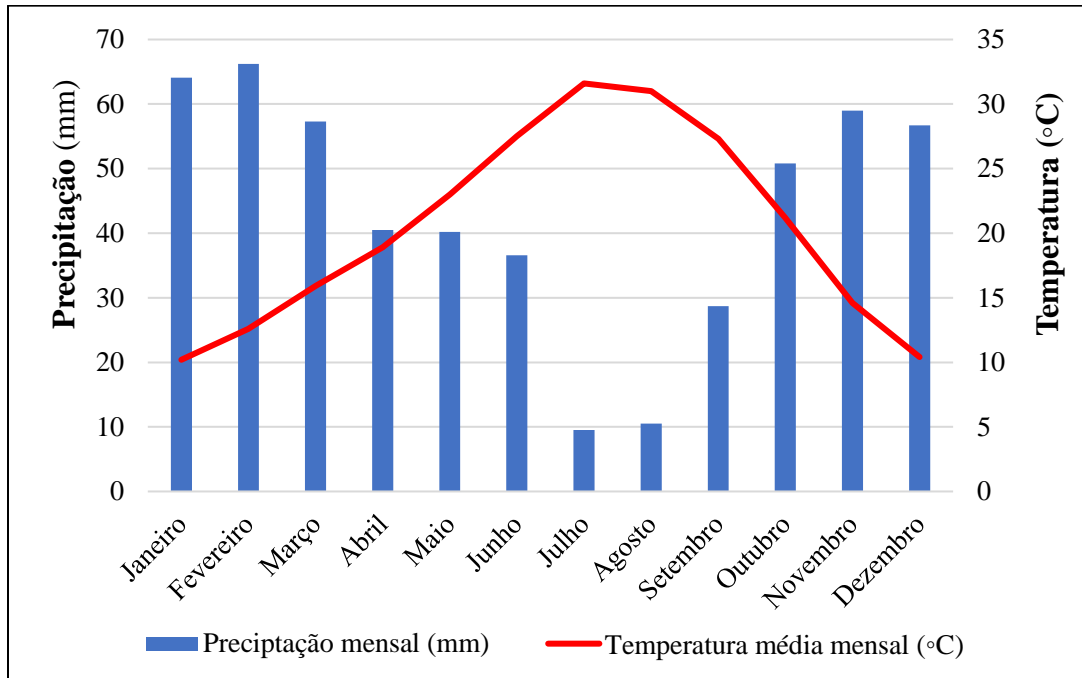


Figura 2. Valores de precipitação mensal e valores da temperatura média mensal do concelho de Mirandela 1951-1980.

3.3. Uso e ocupação do solo no território

A vegetação natural do SIC, onde a experiência piloto está instalada caracteriza-se pelo domínio do sobreiro (habitat 9330 *Quercus suber*), associado a bosques de azinheira (*Quercus rotundifolia* 9340) e de *Quercus faginea*, destaca-se ainda a presença de zimbro (9560 florestas endémicas de *Juniperus* spp.), associadas a estas formações domina um sub-bosque relativamente denso (30-60%) de giestas (*Cytisus scoparius* e *Cytisus multiflorus*), esteva (*Cystus ladanifer*) e arçã (*Lavandula stoechas*) em função das condições microecológicas, por vezes associado a alguma cobertura herbácea, a presença de *Crataegus monogyna* e *Prunus* spp. nas zonas mais húmidas associada ao *Quercus faginea* é também comum (Castro *et al.*, 2020). Na área predominam os Leptosolos dísticos derivados do xisto, trata-se de solos delgados (espessura inferior a 30 cm) com elevado teor em elementos grosseiros, ácidos, pobres em matéria orgânica e com risco de erosão moderado (Castro *et al.*, 2020).

3.4. Descrição da área percorrida pelo rebanho e área experimental

O rebanho percorre uma área correspondente ao seu *home range* com cerca de 690 ha, composto por áreas de agricultura anual (146,6 ha -21.9%), agricultura perene dominada por olivais (236ha-34.5%), áreas mistas de agricultura anual e perene (10,8ha – 1.57%), pastagens (2,4 ha – 0.35%), florestas de folhosas dominadas por sobreiro (180,95 ha – 26.6%), áreas de mato (71.65 ha-10.36%) e florestas de pinheiro bravo (18,29 ha – 2.64%), classificação feita pela cartografia de uso e ocupação do solo para 2018 (DGT, 2019). Tradicionalmente em Trás-os Montes, as áreas florestais e as não cultivadas e as áreas agrícolas ou florestais e não cercadas, podem ser livremente atravessadas por animais (Castro, 2004). Assim o rebanho atravessa um vasto conjunto de superfícies forrageiras, umas pertencentes ao proprietário e outras de uso semi-livre incluindo sobretudo vegetação espontânea, constituída por matos, herbáceas e pastos arbóreos. A distância máxima diária percorrida pelo rebanho é de cerca de 2200 m e a distância entre estábulo e as áreas onde está instalada a Experiência Piloto (EP) é de 970 m.

A área experimental (41°32'41"N, 7°03'13"W) ocupa cerca de 4.3 hectares, distribuindo-se por uma altitude que varia entre os 474 e 530 metros. É composta por três tratamentos: limpeza mecânica com pastoreio (41940 m²), sem limpeza mecânica com pastoreio representando a gestão tradicional (906 m²) e um de exclusão de pastoreio com limpeza (400 m²) (**Figura 3**). O desenho experimental permite comparar a evolução da vegetação com e sem pastoreio, após limpeza mecânica com destroçador de correntes de 1.5 metros de largura.

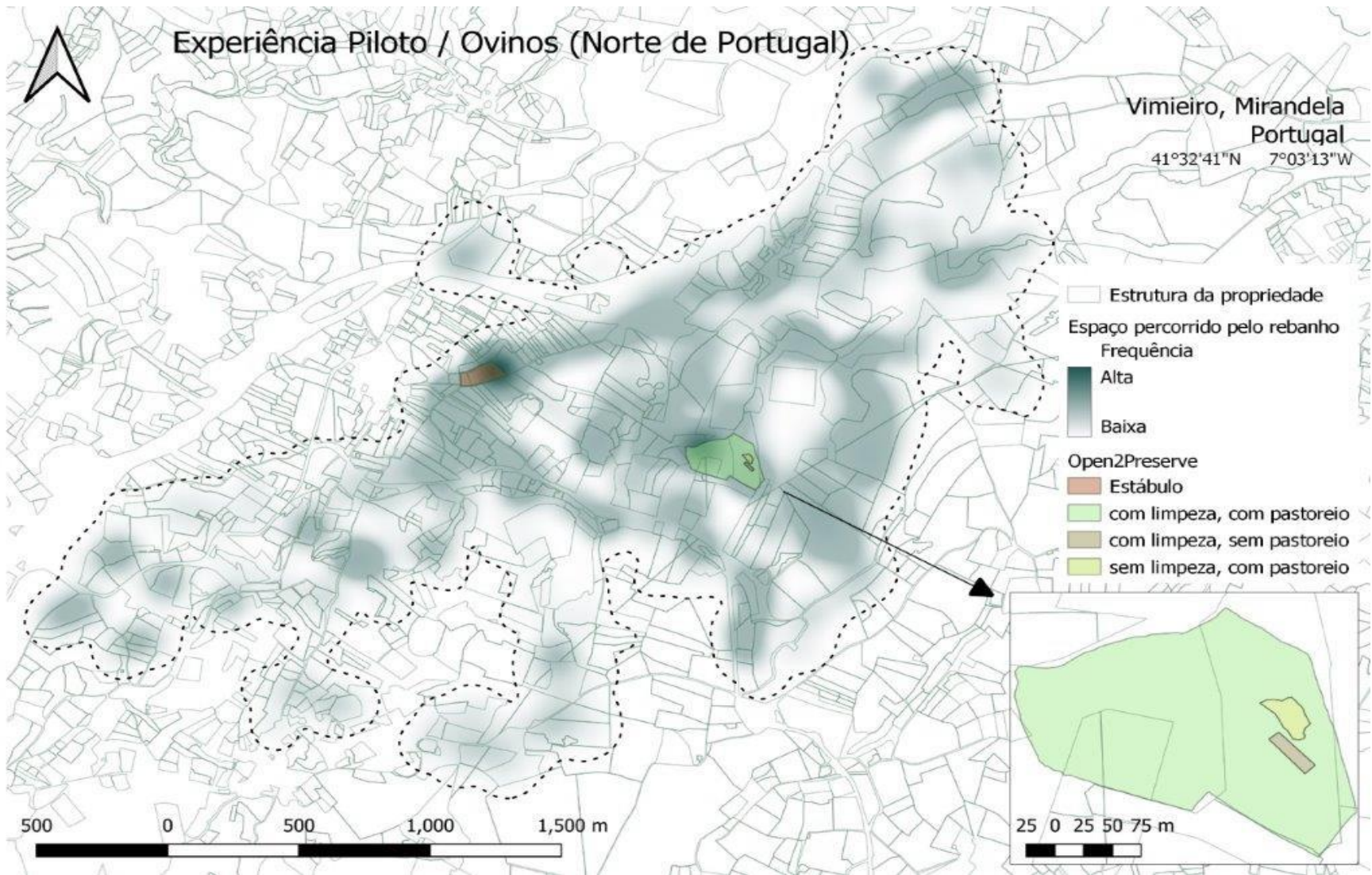


Figura 3. Delimitação do *home range* do rebanho e área experimental

Fonte: (Castro *et al.*, 2020).

3.5. Utilização do território pelo rebanho

A manutenção das parcelas da Experiência Piloto foi feita por um rebanho local de ovinos da raça Churra Galega Bragançana - Branca com cerca de 150 animais (**Figura 4**) e é explorado para produção de carne. A alimentação do rebanho baseia-se no aproveitamento de recursos espontâneos em florestas de *Quercíneas*, *Quercus suber* (sobreiro), *Quercus rotundifolia* (azinheira) e *Quercus fagínea* em áreas de agricultura perene - olivais e lameiros. Apenas poucos dias dezembro - janeiro o rebanho foi suplementado com palha e feno por se tratar de uma época do ciclo produtivo exigente (final gestação – início amamentação) e de dias com fotoperíodo reduzido (Castro *et al.*, 2020).

A pressão do pastoreio na parcela Experiência piloto (EP), durante os dias quentes do ano em torno do Solstício de verão (cerca de 130 dias), o rebanho passava cerca de 9 h/dia na EP. Nos restantes períodos do ano, os animais apenas passavam à parcela piloto cerca de 36 dias, com uma duração mediana de 6 h/dia.



Figura 4. Pastoreio do rebanho na área experimental do estudo

3.6. Coberto Vegetal

A avaliação do efeito do pastoreio na gestão dos combustíveis, fez-se comparando o tipo e abundância de cobertura vegetal, biovolume e biomassa herbácea nos três tratamentos: limpeza com pastoreio (41940 m²), sem limpeza com pastoreio (906 m²) e limpeza sem pastoreio (400 m²).

O coberto vegetal foi avaliado pelo método da linha de intercepção (Canfield, 1941). Em maio de 2019 foi feita a limpeza mecânica e cercou-se a parcela de exclusão do pastoreio com limpeza mecânica (400 m²). Foram estabelecidos quatro transeptos fixos em cada um dos tratamentos de 20 metros de comprimento (**Figura 5**). Posteriormente a avaliação do coberto vegetal foi feita em quatro períodos: janeiro de 2020, julho de 2020, novembro de 2020 e maio de 2021. Em cada um dos transeptos mediu-se o comprimento da intercepção na vegetação, solo nu e folhada, ao longo de 20 m de comprimento, distinguindo-se as herbáceas como um todo e arbustivas por espécie. Foram medidas as alturas modais de todas as intercepções em vegetação arbustiva (**Figura 5**).



Figura 5. Amostragem de transecto e medição da altura das espécies

3.7. Biovolume

O biovolume é uma medida de caracterização da estrutura da vegetação e é normalmente considerada de grande importância no âmbito da gestão florestal, nomeadamente na gestão dos combustíveis (Mwakalukwa *et al.*, 2014).

A avaliação do biovolume por espécie presente obtém-se através do produto da altura pela cobertura. Considera-se que a cobertura vegetal corresponde à ocupação (à cobertura de x % corresponde uma ocupação de xm^2), pelo que o biovolume (m^3/ha) é estimado a partir da cobertura vegetal em percentagem pela altura. O biovolume permite estimar o risco relativo de incêndio (Oliveira, 2020). Os valores da Tabela 1, poderão ser utilizados para classificar o biovolume ao risco de ocorrência de incêndios entre tratamentos e momentos.

Tabela 1. Classificação do biovolume ao risco relativo de ocorrência de incêndios

Classe	Biovolume (m^3/ha)	Risco relativo de ocorrência
Baixa	≤ 1000	Baixo
Média	$\geq 1000 - \leq 2500$	Moderado
Elevada	≥ 2500	Elevado
Superior	$\geq 10\ 000$	Muito Elevado

Fonte: (Oliveira, 2020).

3.8. Biomassa herbácea

Biomassa herbácea é a quantidade de material vegetal presente por unidade da área num dado período, ou seja, quantidade total da matéria orgânica viva existente numa determinada área (Rocheta, 2011). A avaliação da biomassa herbácea foi feita pelo método de corte e pesagem em quadrados de 0.25 m de lado (**Figura 6**). O material vegetal foi cortado ao nível do solo em quadrados distribuídos aleatoriamente. Em julho de 2020 coletou-se 3 amostras em cada tratamento, em novembro de 2020 coletou-se novamente 3 amostras por tratamento, dada maior variação de dados aumentou-se a intensidade de amostragem e em maio de 2021 coletou-se 5 amostras por tratamento.



Figura 6. Amostragem de coleta da biomassa herbácea

O material foi colocado em sacos plásticos para não perder humidade após o corte. No laboratório o material foi posto a secar em estufa ventilada durante dois dias a 65°C. Posteriormente determinou-se o peso seco da vegetação (**Figura 7**).



Figura 7. Secagem e pesagem da biomassa em estufa

3.9. Cálculos e tratamento estatístico

Cobertura vegetal

Previamente à execução do tratamento de dados, calculou-se percentagem do coberto vegetal (CV), percentagem do coberto vegetal arbustivo (cvArbu) e percentagem do coberto vegetal herbáceo (cvHerb) (**Tabela 2**).

Tabela 2. Equações para o cálculo dos diversos parâmetros de coberto vegetal

Parâmetro	Equação
Percentagem do coberto vegetal	$\% CV = \frac{\sum cvHerb + \sum cvArbu}{\text{comprimento do transepto}} \times 100 \quad (3.1)$
Percentagem do coberto vegetal arbustivo	$\% cvArbu = \frac{\sum cvArbu}{\text{comprimento do transepto}} \times 100 \quad (3.2)$
Percentagem do coberto vegetal herbáceo	$\% cvHerb = \frac{\sum cvHerb}{\text{comprimento do transepto}} \times 100 \quad (3.3)$

Sendo $\sum cvHerb$: somatório do coberto herbáceo por transepto; $\sum cvArbu$: somatório do coberto arbustivo por transepto.

Biovolume

O biovolume por espécie (m^3/ha), obtém-se multiplicando a altura média de cada espécie arbustiva (cm) pela intercepção da cobertura de cada espécie (cm^2) de cada intercepção ao longo do transepto usando a seguinte equação:

$$Biovolume (m^3/ha) = \frac{\text{altura média da espécie (cm)} \times \text{intercepção da cobertura (cm}^2\text{)}}{\text{Comprimento do transepto (cm)}} \times 100 \quad (3.4)$$

Seguidamente, faz-se o somatório de cada espécie no transepto. O biovolume arbustivo no transepto obteve-se através da soma dessa variável em todas as espécies.

Biomassa Herbácea

Após a determinação do peso seco da biomassa no laboratório, a biomassa herbácea (g.m^2) foi calculada utilizando a seguinte equação:

$$Biomassa (\text{g.m}^2) = \frac{\textit{peso seco (g)}}{\textit{área do quadrado metálico}} \quad (3.5)$$

3.10. Análise estatística

Os dados foram analisados usando o software SYSTAT versão 12. Foi feita uma análise de variância (ANOVA) a dois fatores de variação (tratamento e momento). As médias das diferentes variáveis foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade, para determinar quais destas são significativamente diferentes relativamente aos tratamentos (sem limpeza com pastoreio, limpeza com pastoreio e limpeza sem pastoreio) e momentos (janeiro de 2020, julho de 2020, novembro de 2020 e maio de 2021).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise estatística

O coberto vegetal (CV) apresentou diferenças significativas entre tratamentos, mas não em relação aos momentos. O coberto vegetal herbáceo (cvHerb), coberto vegetal arbustivo (cvArbu), biovolume e biomassa são significativamente influenciados pelo efeito do tratamento e momento. Solo nu, manta morta e pedra não apresentaram diferenças significativas entre tratamentos e momentos (**Tabela 3**).

Tabela 3. Análise de Variância (ANOVA) referente a diferentes variáveis em função do tratamento e momento.

Fonte de variação	CV (%)	cvHer (%)	cvArbu (%)	Biovolume (m ³ /ha)	Solo nu (%)	M. Morta (%)	Pedra (%)	Biomassa (g.m ²)
Tratamento	0.036 [*]	0.000 ^{***}	0.000 ^{***}	0.000 ^{***}	0.103 ^{ns}	0.138 ^{ns}	0.468 ^{ns}	0.015 [*]
Momento	0.484 ^{ns}	0.048 [*]	0.040 [*]	0.000 ^{***}	0.066 ^{ns}	0.088 ^{ns}	0.601 ^{ns}	0.001 ^{***}

*** altamente significativo; * significativo; ^{ns} não significativo

Na Tabela 4 são apresentadas as variações dos valores das diferentes variáveis: coberto vegetal (CV), coberto vegetal herbáceo (cvHerb), coberto vegetal arbustivo (cvArbu), biovolume, solo nu, manta morta, pedra e biomassa herbácea nos diferentes tratamentos e momentos. Entre parênteses mostram-se os desvios para os valores médios apresentados.

Tabela 4. Valores das médias e desvios de padrão das diferentes variáveis entre tratamentos e momentos.

Momento	Tratamento	CV (%)	cvHerb (%)	cvArbu (%)	Biovolume (m ³ /ha)	Solo nu (%)	M Morta (%)	Pedra (%)	Biomassa (g.m ²)
Janeiro, 2020	Sem limpeza com pastoreio	97.81 ^a ±[1.97]	59.25 ^b ±[22.10]	38.56 ^a ±[23.07]	2005.31 ^a ±[571.20]	1.44 ^a ±[1.66]	0.00 ^a ±[0.00]	0.75 ^a ±[0.61]	
	Limpeza com pastoreio	94.75 ^a ±[2.57]	90.94 ^a ±[3.24]	3.81 ^b ±[2.39]	73.16 ^b ±[62.43]	1.88 ^a ±[1.71]	2.94 ^a ±[3.11]	0.44 ^a ±[0.72]	
	Limpeza sem pastoreio	94.59 ^a ±[2.59]	89.28 ^a ±[3.50]	5.31 ^b ±[5.80]	124.81 ^b ±[136.02]	1.88 ^a ±[1.61]	2.60 ^a ±[3.05]	1.00 ^a ±[1.23]	
Julho, 2020	Sem limpeza com pastoreio	93.75 ^b ±[7.37]	51.34 ^b ±[10.49]	42.41 ^a ±[7.24]	2351.45 ^a ±[957.65]	0.00 ^a ±[0.00]	5.75 ^a ±[7.61]	0.50 ^a ±[0.58]	909.23 ^a ±[370.05]
	Limpeza com pastoreio	89.44 ^b ±[9.42]	78.61 ^a ±[10.51]	10.83 ^b ±[9.69]	250.85 ^b ±[149.00]	0.00 ^a ±[0.00]	10.31 ^a ±[9.62]	0.5 ^a ±[0.58]	408.70 ^b ±[77.79]
	Limpeza sem pastoreio	99.69 ^a ±[0.63]	78.78 ^a ±[10.24]	20.91 ^b ±[10.43]	718.21 ^b ±[436.91]	0.00 ^a ±[0.00]	0.00 ^a ±[0.00]	0.31 ^a ±[0.63]	473.60 ^b ±[258.85]
Novembro, 2020	Sem limpeza com pastoreio	93.44 ^b ±[7.20]	55.00 ^b ±[17.22]	38.44 ^a ±[10.14]	4704.25 ^a ±[1030.65]	0.00 ^a ±[0.00]	5.56 ^a ±[7.07]	1.00 ^a ±[0.74]	968.48 ^a ±[7.01]
	Limpeza com pastoreio	96.75 ^{ab} ±[6.44]	83.75 ^a ±[5.22]	7.75 ^b ±[5.92]	314.25 ^b ±[141.04]	0.00 ^a ±[2.88]	2.75 ^a ±[3.93]	0.00 ^a ±[0.50]	350.51 ^b ±[154.37]
	Limpeza sem pastoreio	99.56 ^a ±[0.52]	80.63 ^a ±[12.30]	18.94 ^b ±[12.55]	1048.25 ^b ±[660.91]	0.00 ^a ±[0.00]	0.00 ^a ±[0.00]	0.44 ^a ±[0.52]	473.71 ^b ±[235.80]
Maio, 2021	Sem limpeza com pastoreio	94.63 ^a ±[2.67]	46.50 ^b ±[15.21]	48.25 ^a ±[15.12]	5842.69 ^a ±[1741.24]	0.13 ^a ±[0.25]	4.31 ^a ±[2.38]	0.81 ^a ±[0.85]	916.23 ^{ab} ±[20.56]
	Limpeza com pastoreio	94.06 ^a ±[3.40]	79.44 ^a ±[4.55]	14.63 ^b ±[5.69]	498 ^b ±[241.28]	4.38 ^a ±[4.17]	0.81 ^a ±[1.63]	0.75 ^a ±[0.65]	773.38 ^b ±[143.52]
	Limpeza sem pastoreio	97.63 ^a ±[3.82]	67.69 ^a ±[9.72]	29.94 ^b ±[10.42]	2207.50 ^b ±[961.24]	2.00 ^a ±[4.00]	0.00 ^a ±[0.00]	0.38 ^a ±[0.75]	1056.42 ^a ±[93.30]

Médias na coluna com letras diferentes, indicam que há diferenças entre tratamentos no momento, a (p = 5 %) pelo teste de Tukey.

4.2. Variação do coberto vegetal (CV) nos diferentes tratamentos ao longo do tempo

O coberto vegetal é diferente entre tratamentos, mas não entre momentos. O CV no tratamento limpeza sem pastoreio é maior e variou entre 94.59% - janeiro de 2020, 99.69% - julho de 2020, 99.56% - novembro de 2020 e 97.63% - maio de 2021. No tratamento sem limpeza com pastoreio o CV variou entre 97.81% - janeiro de 2020, 93.75% - julho de 2020, 93.44% - novembro de 2020 e 94.63% - maio de 2021. No tratamento limpeza com pastoreio o CV é menor e variou entre 94.75% - janeiro de 2020, 89.44% - julho de 2020, 96.75% - novembro de 2020 e 94.06% - maio de 2021. (Figura 8).

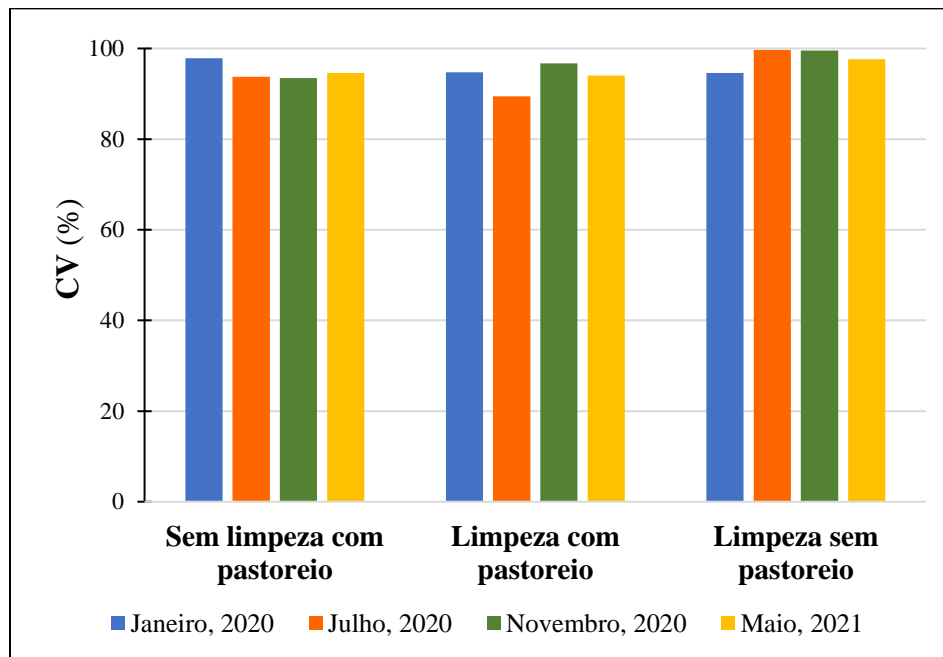


Figura 8. Variação do CV nos diferentes tratamentos ao longo do tempo

4.3. Variação do coberto vegetal herbáceo (cvHerb) nos diferentes tratamentos ao longo do tempo

O cvHerb é maior nos tratamentos com limpeza prévia (limpeza com pastoreio e limpeza sem pastoreio). O cvHerb no tratamento sem limpeza com pastoreio variou entre 59.25% em janeiro de 2020, 51.34% em julho de 2020, 55.00% em novembro de 2020 e 46,50% em maio de 2021. No tratamento limpeza com pastoreio o cvHerb variou entre 90.94% em janeiro de 2020, 78.61% em julho de 2020, 83.75% em novembro de 2020 e 79.44% em maio de 2021.

No tratamento limpeza sem pastoreio o cvHerb variou entre 89.28% em janeiro de 2020, 78.78% em julho de 2020, 80.63% em novembro de 2020 e 67.69% em maio de 2021 (**Figura 9**).

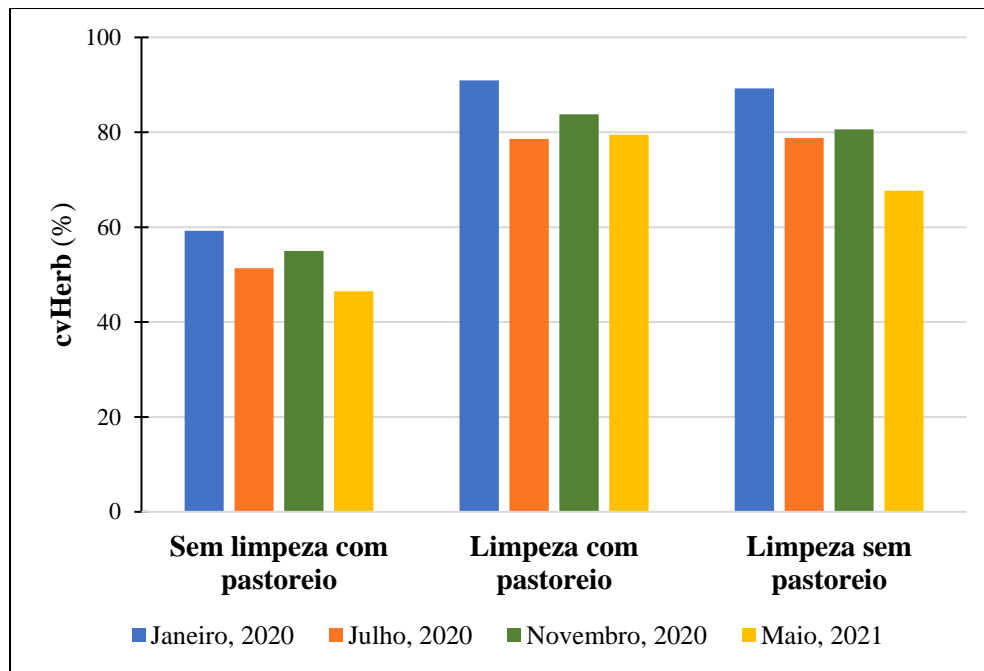


Figura 9. Variação do cvHerb nos diferentes tratamentos ao longo do tempo

A limpeza mecânica interrompe a sucessão ecológica, favorecendo-se o desenvolvimento do estrato herbáceo. O efeito de menor sombreamento, favorece a incidência da radiação solar no sub-bosque, que conseqüentemente favorece maior regeneração principalmente das espécies herbáceas após limpeza, não havendo competição de recursos entre a vegetação herbácea e arbustiva (Cheung *et al.*, 2009).

A menor cobertura do estrato herbáceo no tratamento sem limpeza com pastoreio, poderá dever-se a uma maior tendência de acumulação de folhada (manta morta) que reveste a superfície do solo, contribuindo para menor crescimento da vegetação herbácea. Há uma tendência da redução do cvHerb em julho de 2020 e maio de 2021, em todos tratamentos, o que poderá ser explicado por menor quantidade de precipitação e temperatura mais elevada que levam à senescência da vegetação herbácea – vegetação seca.

4.4. Variação do coberto vegetal arbustivo (cvArbu) nos diferentes tratamentos ao longo do tempo

O cvArbu é menor nos tratamentos com limpeza prévia (limpeza com pastoreio e limpeza sem pastoreio). O cvArbu no tratamento sem limpeza com pastoreio variou entre 38.56% em janeiro de 2020, 42.41% em julho de 2020, 38.44% em novembro de 2020 e 48.25% em maio de 2021. No tratamento limpeza sem pastoreio o cvArbu variou entre 5.31% em janeiro de 2020, 20.91% em julho de 2020, 18.94% em novembro de 2020 e 29.94% em maio de 2021. No tratamento limpeza com pastoreio o cvArbu variou entre 3.81% em janeiro de 2020, 10.83% em julho de 2020, 7.75% em novembro de 2020 e 14.63% em maio de 2021 (**Figura 10**).

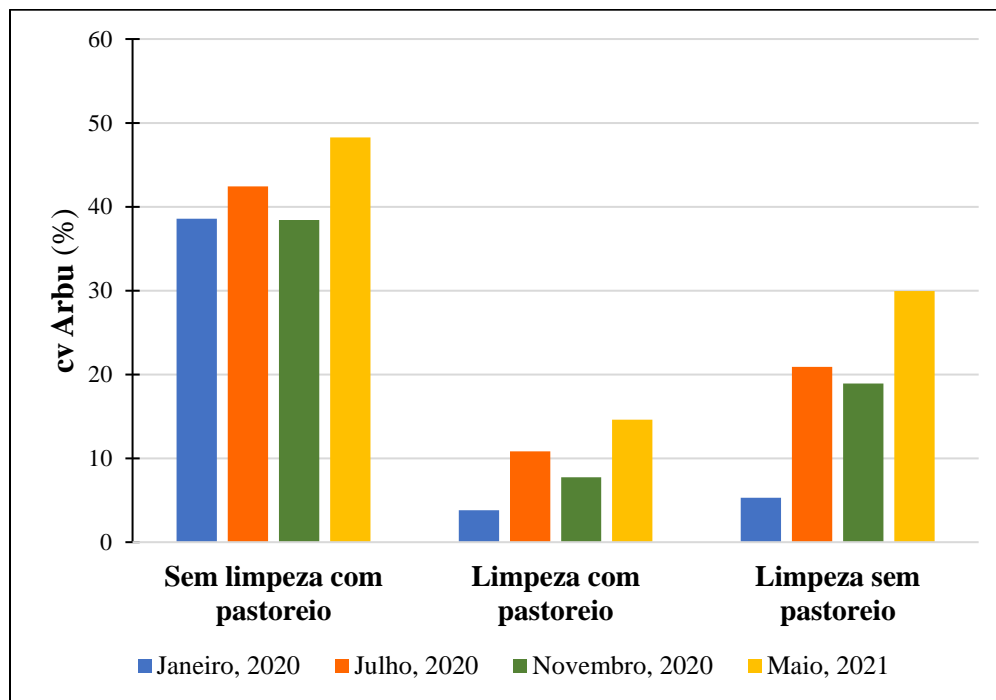


Figura 10. Variação do cvArbu nos diferentes tratamentos ao longo do tempo

A menor cobertura do estrato arbustivo no tratamento limpeza com pastoreio que se mantém ao longo do tempo, revela a importância da limpeza mecânica prévia no sub-bosque do sistema silvopastoril associado ao pastoreio de pequenos ruminantes (ovinos). Visto que os métodos convencionais de corte e o pastoreio reduzem a acumulação de vegetação arbustiva. Castro and Fernández-Núñez, (2012) afirmam que os cortes e o consumo reiterado da vegetação pelos animais, permitem controlar o desenvolvimento da vegetação arbustiva e reduzem a capacidade de regeneração da maior parte das espécies arbustivas.

A evolução do cvArbu no tratamento limpeza sem pastoreio mostra claramente o efeito do não pastoreio após o corte, uma vez que inicialmente é baixo e após a limpeza mecânica aumenta, mostrando-se em maio de 2021 diferente relativamente ao tratamento limpeza com pastoreio. A sucessão ecológica segue o seu curso, a colonização da área por arbustos inicia-se e vai-se reduzindo a cobertura herbácea e aumentando a arbustiva.

O efeito do pastoreio combinado a outras práticas de gestão, em faixas de gestão dos combustíveis, é importante, porque os animais ajudam a controlar a vegetação arbustiva, reduzindo a sua capacidade de regeneração (Moreira and Bugalho, 2009).

4.5. Variação do solo nu, manta morta e pedra nos diferentes tratamentos ao longo do tempo

Não foram encontradas diferenças nas proporções de solo nu, manta morta e pedra entre tratamentos e momentos. No entanto, no tratamento sem limpeza com pastoreio a partir do segundo momento (julho de 2020), verificou-se uma tendência decrescente para a percentagem de manta morta (5.75% em julho de 2020, 5.56% em novembro de 2020 e 4.31% em maio de 2021) (**Tabela 4**). A percentagem de pedra também não varia. No tratamento limpeza com pastoreio observou-se uma tendência de variação da percentagem de solo nu em janeiro de 2020 (1.88%) e maio de 2021 (4.38%), também se observou maior percentagem de manta morta em julho de 2020 (10.31%), o que poderá ser explicado talvez por maior quantidade de radiação ao nível do sub-bosque.

4.6. Variação do biovolume nos diferentes tratamentos ao longo do tempo

O biovolume varia entre tratamentos e momentos. No tratamento sem limpeza com pastoreio o biovolume mostrou os maiores valores variando de 2005.31 m³/ha - janeiro de 2020, 2351.45 m³/ha - julho de 2020, 4 704.25 m³/ha - novembro de 2020 e 5842.69 m³/ha - maio de 2021. No tratamento limpeza com pastoreio o biovolume mostrou os valores mais baixos e variou entre 73.16 m³/ha – janeiro de 2020, 250.85 m³/ha - julho de 2020, 314.25 m³/ha - novembro de 2020 e 498 m³/ha - maio de 2021. O biovolume no tratamento limpeza sem pastoreio variou entre 124.81 m³/ha - janeiro de 2020, 718.21 m³/ha - julho de 2020, 1048.25 m³/ha - novembro de 2020 e 2207.50 m³/ha - maio de 2021, inicialmente é baixo, após a limpeza mecânica, mas paulatinamente vai aumentando, mostrando-se em maio de 2021 significativamente diferente relativamente ao tratamento limpeza com pastoreio (**Figura 11**).

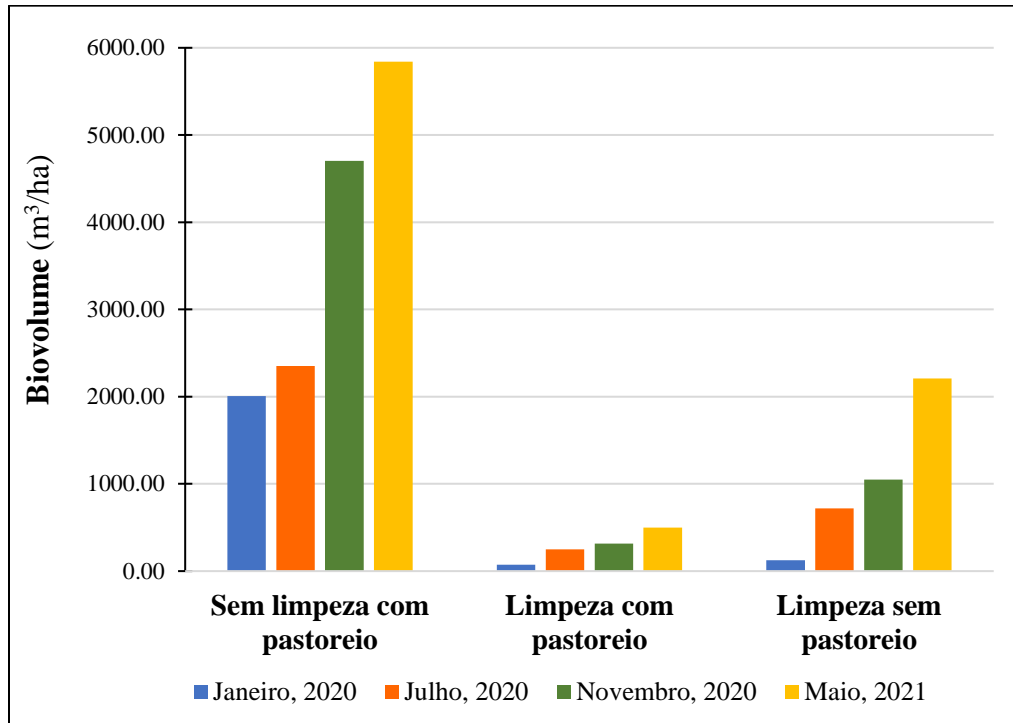


Figura 11. Variação do biovolume nos diferentes tratamentos ao longo do tempo

Os valores mais elevados do biovolume no tratamento sem limpeza com pastoreio derivam da maior cobertura do estrato arbustivo (**Figura 10**), das alturas elevadas das espécies, uma vez que não houve limpeza mecânica prévia, associada ao pastoreio neste tratamento. De acordo com a classificação de (Oliveira, 2020) este tratamento poderá apresentar um risco de incêndio moderado ou elevado, uma vez que o biovolume tem um valor superior a 2000 m³/ha.

A predominância de espécies com maior inflamabilidade (giestas amarelas - *Cytisus scoparius* e giestas brancas - *Cytisus multiflorus*) neste tratamento pode contribuir para o aumento do risco de incêndio durante o ano (Valderrábano and Torrano, 2000); também a predominância de estevas (*Cystus ladanifer*), cuja a inflamabilidade é muito elevada no verão (Fernandes, 2009) pode contribuir para o fenómeno de incêndios.

Pode também dizer-se que a pressão do pastoreio no tratamento sem limpeza com pastoreio não foi suficiente na redução do biovolume total das espécies, visto que o biovolume evoluiu drasticamente em cerca de dois anos, passando de 2 005.31 m³/ha em janeiro de 2020 a 5 842.69 m³/ha em maio de 2021.

No entanto para obter uma maior redução do biovolume no tratamento sem limpeza com pastoreio poder-se-á optar pelo aumento da carga animal ou pela utilização do rebanho de caprinos, uma vez que mostram maior capacidade do controle da vegetação arbustiva (Pardini *et al.*, 2007). De acordo com Mellado *et al.*, (2003) em estudo comparado no México, verificaram que os caprinos consomem mais de 60 % da vegetação arbustiva enquanto que os ovinos consomem apenas 20 % da vegetação arbustiva.

A combinação entre estratégia alimentar, cada tipo de herbívoro e carga animal pode ser usada para atingir determinados fins de gestão dos espaços, como por exemplo, para associar o pastoreio à proteção de maciços florestais contra os incêndios. A cada tipo de estratégia alimentar ou carga animal corresponderá efeitos distintos no controle dos combustíveis, podendo provocar alterações nos regimes de incêndios (Rocheta, 2011).

Relativamente à redução do risco de incêndios os resultados deste estudo foram positivos, o menor biovolume observado no tratamento limpeza com pastoreio deriva da limpeza mecânica associada ao pastoreio de ovinos, destacando-se a importância da interação limpeza x pastoreio na redução dos estratos arbustivos. De acordo com o **Decreto-Lei n.º 14/2019 de 21 de janeiro**, nas faixas de gestão dos combustíveis, o biovolume total do estrato arbustivo não pode exceder 2000 m³/ha, valor este que é superior aos valores de biovolume obtidos neste estudo no caso do tratamento limpeza com pastoreio em todos momentos e no tratamento limpeza sem pastoreio em todos momentos, excepto em maio, 2021 – 2207.50 m³/ha.

Segundo a classificação de (Oliveira, 2020), os valores de biovolume (< 1000 m³/ha) obtidos no tratamento limpeza com pastoreio mostram baixo risco de incêndio. E os resultados obtidos (< 1000 m³/ha; ≥ 1 000 m³/ha - ≤ 2500 m³/ha) no tratamento limpeza sem pastoreio mostram baixo risco de incêndio em janeiro de 2020 e julho de 2020 e mostram um risco de incêndio moderado em novembro de 2020 e maio de 2021.

4.7. Variação da biomassa nos diferentes tratamentos ao longo do tempo

A biomassa herbácea é diferente entre tratamentos e momentos. No tratamento sem limpeza com pastoreio a biomassa herbácea variou entre 909.23 g.m² - julho de 2020, 968.48 g.m² - novembro de 2020 e 916.23 g.m² - maio de 2021. A biomassa herbácea no tratamento limpeza com pastoreio mostrou valores mais baixos ao longo do tempo e variou entre 408.70 g.m² - julho de 2020, 350.51 g.m² - novembro de 2020 e 773.38 g.m² - maio de 2021. No tratamento limpeza sem pastoreio a biomassa herbácea variou entre 473.60 g.m² - julho de 2020, 473.71 g.m² - novembro de 2020 e 1056.42 g.m² - maio de 2021. (Figura 12).

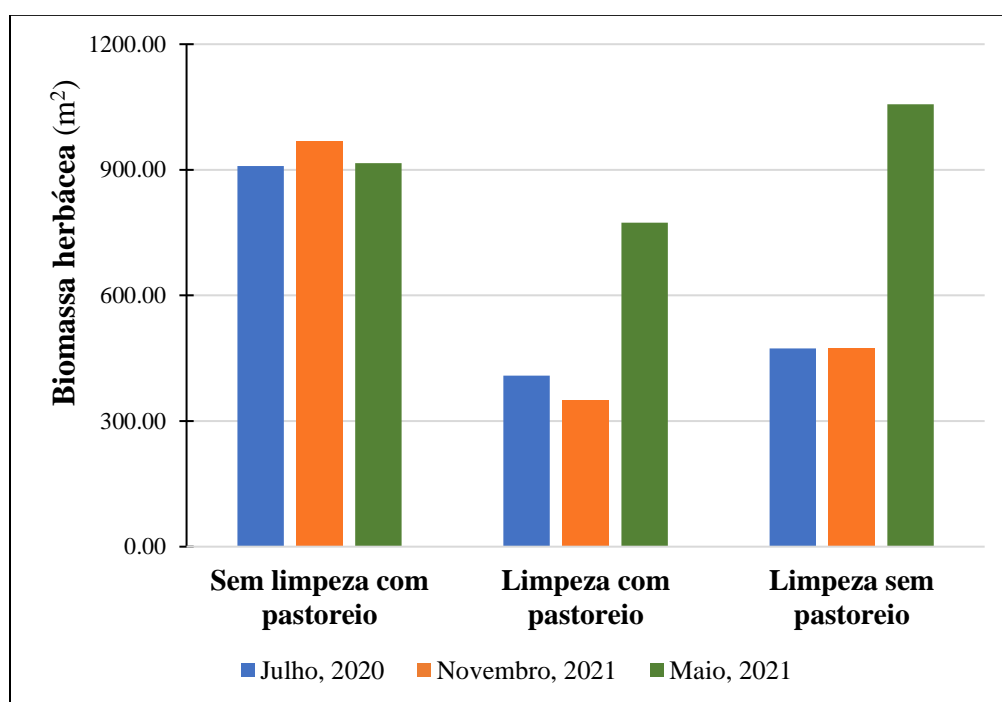


Figura 12. Variação da biomassa herbácea nos diferentes tratamentos ao longo do tempo

O tratamento limpeza com pastoreio apresentou menor biomassa herbácea em todos os momentos, evidenciando o efeito do pastoreio na sua não acumulação. No tratamento limpeza sem pastoreio os resultados mostraram uma maior disponibilidade da biomassa herbácea (1056.42 g.m²) no final do período estudado (maio de 2021). Este facto explica-se pela inexistência de consumo após limpeza, e pelo facto deste período ser antecedido pelo período (primavera) com condições favoráveis (temperatura e disponibilidade de água no solo) para o crescimento da vegetação, o que provavelmente tenha contribuído para este cenário.

Os resultados obtidos neste estudo mostraram maior consumo da biomassa herbácea pelos herbívoros no tratamento limpeza com pastoreio relativamente ao tratamento sem limpeza com pastoreio, o que era de se esperar, uma vez que os ovinos devido à sua estratégia alimentar terão preferência por superfícies menos materializadas (Pardini *et al.*, 2007). O efeito positivo da limpeza mecânica na redução do material vegetal combustível, nos sistemas silvopastoris confirma-se neste estudo á semelhança do que anteriores autores tinham descrito (Castro *et al.*, 2009; Rocheta, 2011).

Pardini *et al.*, (2007) afirmam que a promoção pastoreio associado a outras práticas de gestão florestal (limpezas, cortes, fogo controlado, etc.) no controle da vegetação combustível, tem permitido o restabelecimento de muitos ecossistemas, com resultados benéficos na defesa da floresta contra incêndios.

5. CONCLUSÕES

O coberto vegetal herbáceo foi menor no tratamento sem limpeza com pastoreio e maior nos tratamentos que foram submetidos a limpeza mecânica prévia. No tratamento limpeza sem pastoreio, verificou-se uma redução da cobertura vegetal herbácea ao longo do tempo, passando de 89.28% em janeiro de 2020 a 67.69% em maio de 2021.

Contrariamente, o coberto vegetal arbustivo foi maior no tratamento sem limpeza com pastoreio e menor nos tratamentos submetidos a limpeza mecânica prévia. Relativamente à evolução temporal, no tratamento limpeza sem pastoreio, houve um aumento da cobertura vegetal arbustiva ao longo do tempo, passando de 5.31% em janeiro de 2020 a 29.94% em maio de 2021.

O biovolume foi maior no tratamento sem limpeza com pastoreio e menor nos tratamentos submetidos a limpeza mecânica. No tratamento sem limpeza com pastoreio, houve um aumento mais substancial do biovolume ao longo do tempo, variando entre 2 005.31 m³/ha em janeiro de 2020 a 5 842.69 m³/ha em maio de 2021. No tratamento limpeza com pastoreio, também se verificou um aumento do biovolume ao longo do tempo, variando de 73.16 m³/ha em janeiro de 2020 a 498 m³/ha em maio de 2021. Relativamente ao tratamento limpeza sem pastoreio, verificou-se um aumento muito significativo do biovolume ao longo do tempo, passando de 124.81 m³/ha em janeiro de 2020 a 2 207.50 m³/ha em maio de 2021, evidenciando a insustentabilidade das operações de limpeza mecânica se não forem associadas ao pastoreio enquanto meio complementar de gestão dos combustíveis.

A biomassa herbácea apresentou os valores mais baixos no tratamento limpeza com pastoreio e mais elevados nos tratamentos sem limpeza com pastoreio e limpeza sem pastoreio, evidenciando o efeito do consumo. Relativamente à evolução temporal, no caso do tratamento limpeza sem pastoreio, verificou-se uma acumulação de biomassa muito substancial, passando de 473.60 g.m² em julho de 2020 a 1056.42 g.m² em maio de 2021.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amraoui, M., Pereira, M., Dacamara, C., and Calado, T. (2015). "Atmospheric conditions associated with extreme fire activity in the Western Mediterranean region". *Science of the Total Environment*. p. 524–525.
- Beighley, M., (2005). "Proposta Técnica para o Plano Nacional de Defesa Contra Incêndios". Universidade de Agronomia- Porto. p. 1–11.
- Bellido, M., Sánchez, E., Diaz, M., Vega, R., and Garcia, P. (2001). "Sistemas extensivos de producción animal". *Archivos de Zootecnia*, vol. 50, nº. 192, 2001, pp. 465-489 Universidad de Córdoba Córdoba, España.
- Bugalho, M., Lecomte, X., Sara, P., and Caldeira, M. (2006). "Effects of grazing on oak natural regeneration and grassland diversity". *Revista de Ciências Agrárias*. p. 145–150.
- Canfield, R. (1941). "Application of the line interception method in sampling range vegetation". *Journal of Forestry*, 39, p. 388–394.
- Castro, M., and Fernández-Núñez, E. (2012). "O uso dos herbívoros na prevenção dos incêndios": uma nova oportunidade para a sustentabilidade da floresta. *CIMO Fórum - Ciência e Desenvolvimento*. Livro de atas. p. 16-23. Instituto Politécnico de Bragança, Bragança.
- Castro, M., Fernández-Núñez, E., and Torres-Manso, F. (2018). "Pastores, pastoreio e risco de incêndio: aliados, cúmplices ou concorrentes?" In: VII Congresso de Estudos rurais. O rural depois do fogo. Edição: Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Coimbra.
- Castro, M., Rosati, A. Pantera., and Moreno, M. (2019). "Sistemas agroflorestais Mediterrânicos situação actual e perspectivas futuras". In: *Inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta*. p. 788-810.
- Castro, M., Castro, J., Castro, J. P., Texeira, A., and Rodrigues, S. (2020). Relatório implementação regional de Experiência Piloto do Norte de Portugal - Ovinos, no âmbito do projeto Open2preserve/ Programa INTERREG SUDOE.

- Castro, M. (2008). "A utilização dos pequenos ruminantes na prevenção dos incêndios rurais": estratégia pró-activa de promoção silvopastoril. In Moreira, M, and Coelho, I. (Coord.) A silvopastorícia na prevenção dos fogos rurais. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia. p. 159-175.
- Castro, M. (2016). "Sistemas de produção animal em regiões de montanha em Portugal". In Sustentabilidade da Montanha Portuguesa: Realidades e Desafios. Bragança: Instituto Politécnico. p. 127-147.
- Castro, M., and Castro, J. 2003. "Ocupação tradicional do território e os novos modelos de utilização do espaço." Implicações na pastorícia extensiva. Pages 13 in V Colóquio Hispano - Português de Estudos Rurais, Bragança.
- Castro, M., Castro, J., Gómez-Sal. A., Quinta, B., and Apolónia, S. (2009). "Efeito da pastorícia tradicional na redução de combustíveis finos em bosques de quercus pyrenaica". p. 159–169.
- Cheung, K., Marques, M., and Liebsch, D. (2009). "Relationship between herbaceous vegetation and regeneration of woody species in abandoned pastures in the Atlantic Rain Forest in Southern Brazil". p. 1048–1056.
- Correia, S. (2018). "Produção Extensiva de Animais: uma ferramenta de gestão do território". Faculdade de Economia, Universidade do Porto-Portugal.
- Correia, M. (2017). "Impacto dos incêndios rurais sobre a regulação da qualidade da água e serviços ecossistémicos associados". Avaliação biofísica e socioeconómica. p. 47-49.
- Costa, A. (2017). "Evolução da Política Agrícola Comum e da Agricultura Portuguesa no período 1998-2015". O caso das principais culturas na região do Alentejo.
- Decreto-Lei n.º 14/2019 de 21 de janeiro. Diário da República n.º 14/2019, Série I. Ministério da Agricultura, Florestas e Desenvolvimento rural. Lisboa.
- Despacho n.º 3897/2018. Diário da República n.º 75/2018, Série II. Ministério da Agricultura, Florestas e Desenvolvimento rural. Lisboa.

- DGT [Direção Geral do Território]. 2019. Carta de Uso e Ocupação do Solo – 2018 (COS 2018). Lisboa, Portugal. In: Castro, M. Castro, J. Castro, J. P. Teixeira, A. and Rodrigues, S. (2020). Relatório regional de implementação de Experiência Piloto do Norte de Portugal, no âmbito do projeto Open2preserve/ Programa INTERREG SUDOE.
- Duarte, C. (2015). Efeito dos fogos florestais sobre a água subterrânea na Serra do Caramulo. Dissertação de Mestrado em Ciências e Tecnologias do Ambiente, Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- Fernandes, P. (2009). Silvicultura preventiva e gestão de combustíveis: Opções e optimização. In: Castro, M., and Fernández-Núñez, E. (2017). "Do combustível a recurso forrageiro: realidade, possibilidade ou miragem"? p. 214.
- Fernández-Núñez, E., and Castro, M. (2016). "Management of Agroforestry Systems".- Ecological, Social and Economic approaches. Bragança. p. 1–122.
- Ferreira-Leite, F., Gonçalves, F., Lourenço, L., Úbeda, X., and Vieira, A. (2013). "Mega-incêndios em Portugal continental". O caso do incêndio de Picões. Grandes incêndios florestais, erosão, degradação e medidas de recuperação dos solos. p. 19–36.
- Fonseca, F., Manso, T., Martins, S. and Castro, M. (2021). "A gestão florestal sustentável na prevenção do risco de incêndio". Silvicultura e pastoreio na redução da biomassa combustível. In Empreendedorismo e Inovação na Engenharia Florestal. p. 54–71.
- Fuhlendorf, S., Engle, D., Kerby, J., and Hamilton, R. (2009). "Pyric herbivory: Rewilding landscapes through the recoupling of fire and grazing". *Conservation Biology*, 23 (3). p. 588–598.
- Garcia, S. (2018). "As Consequências Geohumanas dos incêndios de outubro de 2017 na Região Centro de Portugal". p. 105.
- Gómez-Sal, A. 2000. "Las razas de ganado autóctono en la conservación de la naturaleza." Manual del técnico en medio ambiente natural. Colegio de Veterinarios de Ourense, Ourense, Spain.

- INMG, [Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica] 1991. O clima de Portugal. Normas climatológicas da região de "Trás-os-Montes e Alto Douro" e "Beira Interior", correspondentes a 1951 - 1980. Lisboa. p. 40 – 180.
- Keifer, G., and Effenberger, F. (2020). "Comunicação Internacional em Resposta de Emergência: Os incêndios florestais ocorridos em Portugal no período entre 2015 - 2019". *Angewandte Chemie International Edition*. p. 951–952.
- Lasanta, T., Nadal-Romero, E., and García-Ruiz, J. M. (2019). "Clearing shrubland as a strategy to encourage extensive livestock farming in the Mediterranean mountains". *vol. 227*. p. 256-266 .
- Lourenço, L., Fernandes, S., Bento-Gonçalves, Castro, A., Nunes, A., and Vieira, A. (2012). "Causas de incêndios florestais em Portugal continental". *Análise estatística da investigação efetuada no último quinquénio (1996 a 2010)*. *Cadernos de Geografia*. p. 61–80.
- Lourenço, L., and Patrício, P. (2018). "Incêndios em Estruturas. Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança". Edição: Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança Coimbra. p. 11 - 48.
- Lourinho, G. (2012). "Avaliação do Potencial Energético em Biomassa do Alto Alentejo". *Departamento de Tecnologia e Design*. p. 87.
- Mellado, M., Valdez, R., Lara, L., and Lopez, R. (2003). "Stocking rate effects on goats": A research observation. *Journal of Range Management*. *vol. 56*. p. 167–173.
- Moreira, F., and Bugalho, M. (2009). "Recuperação da Floresta após o Fogo". O caso da Tapada Nacional de Mafra.
- Mosquera-Losada, M. R., Mcadam, J., Romero, R., Santiago-Freijanes, J., and Rigueiro-Rodríguez, A. (2009). "Definitions and Components of Agroforestry Practices in Europe". In *Agroforestry in Europe*. p. 3–19.
- Mwakalukwa, E., Meilby, H., and Treue, T. (2014). "Volume and Aboveground Biomass Models for Dry Miombo Woodland in Tanzania". *International Journal of Forestry Research*. p.1–11.

- Nair, P. (1991). "Classification of agroforestry systems". *Agroforestry Systems*, 3 (2). In: Fernández-Núñez, E., and Castro, M. (2016). "Management of Agroforestry Systems" Ecological, Social and Economic approaches. Bragança. p. 1–122.
- Nair, P. (1991). "State-of-the-art of Agroforestry systems". In: Jarris P G (ed *Agroforestry: Principles and Practices*. Elsevier, Amsterdam. p. 5-29.
- Oliveira, S., Lourenço, L., Pereira, J., and San-Miguel Ayanz, J. (2013). "A ocorrência de incêndios florestais nos países do Sul da Europa". *Distribuição espacial, factores estruturais e influência dos grandes incêndios*. p. 99–110.
- Oliveira, T. (2020). "Caracterização do sob-coberto dos povoamentos de Pinheiro Bravo (*Pinus pinaster* Aiton, 1789) e Pinheiro Manso (*Pinus pinea* Linnaeus, 1753) da Tapada Nacional de Mafra".
- Olivera, F. (2007). *Origem, Distribuição e Funções dos Sistemas Agro-Secção Autónoma de Ciências Agrárias - Faculdade de Ciências da Universidade do Porto*. "Agroforestry Systems". vol. 28. p. 93–115.
- Pardini, A., Natali, F., and Tallarico, R. (2007). "Horse grazing in firebreaks sown with *Trifolium brachycalycinum* (Katznl. and Morley) and *Cynodon dactylon* (L.) Pers". *Agroforestry Systems*. vol. 70. p. 17–24.
- Pausas, J. G., and Fernández-Muñoz, E. (2012). "Fire regime changes in the Western Mediterranean Basin: From fuel-limited to drought-driven fire regime". *Climatic Change*. p. 215–226.
- Pereira, D. (2018). *Efeitos dos incêndios florestais de baixa severidade nos solos, no município de Fafe*. p. 1 - 103.
- Pereira, J., Carreiras, J., Silva, J., and Vasconcelos, M. (2006). "Alguns Conceitos Básicos sobre os Fogos Rurais em Portugal". *Incêndios Florestais Em Portugal: Caracterização, Impactes e Prevenção*. p. 133–161.

- Ribeiro, M. (2014). "Prevenção e deteção de incêndios florestais: análise holística e sistemas tecnológicos". Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente, Departamento de Engenharia Química da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Ricardo, A. (2010). Modelação da probabilidade de ocorrência de incêndio em povoamentos florestais de Portugal Continental. Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal e dos Recursos Naturais Universidade Técnica de Lisboa.
- Rigueiro-Rodríguez A., Santiago-Freijanes. N., and González-Hernández M. P. (2014). Celtic Pig production in Chestnut extensive systems in Galicia.
- Rivas Martínez, S. (1983). Pisos bioclimáticos de España. Lazaroa. vol. 5. p. 33–43.
- Rocha, J. (2016). "Incêndios florestais como fator de erodibilidade do solo": Aplicação experimental de técnicas de fogo controlado e de parcelas de erosão no município de Santo Tirso. p.143.
- Rocheta, J. (2011). "A pastorícia na prevenção dos fogos rurais": Uma estratégia para a Serra Algarvia. Dissertação de Mestrado em Engenharia Zootécnica – Produção Animal, Universidade Técnica de Lisboa.
- San Miguel Ayanz, A. (2001). "La gestión de los montes que no son bosques": nuevos paradigmas para viejos paisajes culturales.
- Santos, B. (2010). Aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica como ferramenta de apoio ao combate a Incêndios Florestais no Concelho da Guarda. Dissertação de Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica, Universidade de Beira do Interior.
- Santos, J., Soares, R., and Batista, A. (2006). "Perfil dos incêndios florestais no Brasil em áreas protegidas no período de 1998 a 2002". vol. 36 p. 1 - 9.
- Sardo, F. (2019). Risco de incêndios na interface urbano-florestal: reflexão conceptual. Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança.

- Ferreira, J., and Seixas, F. (2007). Guia Prático de Intervenção em Áreas Florestais Sensíveis aos Riscos - Riscos de Erosão, Incêndio. p. 1-39.
- Shakesby, R. A. (2011). "Post-wildfire soil erosion in the Mediterranean". Review and future research directions. *Earth-Science Reviews*. vol. 105. p. 71–100.
- Silva, F. (2012). "Os Incêndios Rurais": Causas e Futuro - Um Estudo de Caso. p.1–154.
- Silva, J. (2010). "O Ordenamento do Território e a Prevenção dos Incêndios rurais". Caso de estudo no concelho de Miradela. Dissertação de Mestre em Arquitectura Paisagista, Universidade Técnica de Lisboa.
- Sundseth, K. (2009). *Mediterranean Region European*. Luxembourg: EU Publications, 2009.
- Valderrábano, J., and Torrano, L. (2000). "The potential for using goats to control *Genista scorpius* shrubs in European black pine stands". *Forest Ecology and Management*. vol. 126. p.377–383.