

Empreendedorismo e Inovação na Engenharia Florestal 3



Cristina Aledi Felsemburgh
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2021

Empreendedorismo e Inovação na Engenharia Florestal 3



Cristina Aledi Felsemburgh
(Organizadora)


Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena

Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^a Dr^a Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^a Dr^a Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Prof^a Dr^a Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof^a Dr^a Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof^a Dr^a Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^a Dr^a Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^a Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^a Dr^a Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof^a Dr^a Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof^a Dr^a Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Prof^a Dr^a Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^a Dr^a Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^a Dr^a Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Prof^a Dr^a Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^a Dr^a Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^a Dr^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Prof^a Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atílio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Prof^a Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Prof^a Dr^a Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Prof^a Dr^a Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^a Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof^a Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^a Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Prof^a Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^a Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^a Dr^a Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^a Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Prof^a Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^a Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^a Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^a Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Empreendedorismo e inovação na engenharia florestal 3

Editora Chefe: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Cristina Aledi Felseburgh

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E55 Empreendedorismo e inovação na engenharia florestal 3 /
Organizadora Cristina Aledi Felseburgh. – Ponta
Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-963-9

DOI 10.22533/at.ed.639211404

1. Engenharia Florestal. I. Felseburgh, Cristina Aledi
(Organizadora). II. Título.

CDD 634.928

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

É com enorme prazer que apresentamos o e-book “Empreendedorismo e Inovação na Engenharia Florestal 3” elaborado para a divulgação de resultados e avanços relacionados às Ciências Florestais. O e-book está disposto em 1 volume subdividido em 10 capítulos. Os capítulos estão organizados de acordo com a abordagem por assuntos relacionados com diversas áreas da Engenharia Florestal. Em uma primeira parte, os capítulos estão de forma a atender as áreas voltadas à viabilidade de sementes, biopromotores, propagação vegetativa e crescimento e desenvolvimento de mudas. Em uma segunda parte, os trabalhos estão estruturados aos temas relacionados aos serviços ecossistêmicos, restauração florestal e mudança climática. Em uma terceira parte, os trabalhos referem-se a gestão florestal, manejo florestal, manejo de povoamentos e seleção de indivíduos arbóreos. E finalizando, em uma quarta parte, com trabalhos voltados aos processos produtivos e transformação de matéria-prima de produtos não madeireiros. Desta forma, o e-book “Empreendedorismo e Inovação na Engenharia Florestal 3” apresenta relevantes resultados realizados por diversos professores e acadêmicos que serão apresentados nesta obra de forma didática. Agradecemos o empenho e dedicação de todos os autores das diferentes instituições de ensino e pesquisa, por partilharem ao público os resultados dos trabalhos desenvolvidos por seus grupos de pesquisa. Esperamos que os trabalhos aqui apresentados possam inspirar outros estudos voltados às Ciências Florestais.

Cristina Aledi Felseburgh

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

APLICAÇÃO DE BIOPROMOTORES NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Handroanthus impetiginosus* mart

Julia Isabella de Matos Rodrigues

Luana Rodrigues Vieira

Walmer Bruno Rocha Martins

Luan Lucas Ferreira Baia

Ricardo Christin Lobato Machado

Wendell José Barbosa Silva Filho

Luana Vanessa da Silva Chaves

Gisele Barata da Silva

DOI 10.22533/at.ed.6392114041

CAPÍTULO 2..... 9

ENVELHECIMENTO ACELERADO: INFLUÊNCIA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Handroanthus heptaphyllus* (VELL.) MATTOS

João Lucas Sauma Alvares

Dênora Gomes de Araujo

Elson Junior Souza da Silva

Denner Roberto Sacramento dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.6392114042

CAPÍTULO 3..... 16

ESTABELECIMENTO DA TECNOLOGIA DE CULTIVO *IN VITRO* PARA ESPÉCIES FLORESTAIS

Márcia Aparecida Novaes Gomes

Daniel Bruno Ferreira

Bruna Cristiane Pontes de Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.6392114043

CAPÍTULO 4..... 28

AS FLORESTAS URBANAS E PERIURBANAS COMO ESTRATÉGIA DE ADAPTAÇÃO À MUDANÇA CLIMÁTICA

Verônica Boarini Sampaio de Rezende

Elaine Aparecida Rodrigues

Edgar Fernando de Luca

Luis Alberto Bucci

Leni Meire Pereira Ribeiro Lima

Kátia Mazzei

DOI 10.22533/at.ed.6392114044

CAPÍTULO 5..... 41

ESTOQUE DE SERAPILHEIRA E NUTRIENTES: INDICADORES DA RESTAURAÇÃO DE ECOSISTEMAS DEGRADADOS PELA MINERAÇÃO DE BAUXITA NA AMAZÔNIA

Julia Isabella de Matos Rodrigues

Walmer Bruno Rocha Martins

Victor Pereira de Oliveira
Gracialda Costa Ferreira
Victor Moreira Barbosa
Francisco de Assis Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.6392114045

CAPÍTULO 6.....54

**A GESTÃO FLORESTAL SUSTENTÁVEL NA PREVENÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO:
SILVICULTURA E PASTOREIO NA REDUÇÃO DA BIOMASSA COMBUSTÍVEL**

Teresa de Jesus Fidalgo Fonseca
Filipa Conceição Silva Torres Manso
Cláudia Manuela da Silva Martins
Marina Meca Ferreira de Castro

DOI 10.22533/at.ed.6392114046

CAPÍTULO 7.....72

**REDES NEURAIS ARTIFICIAIS PARA ESTIMATIVA DO DIÂMETRO DE COPA DE
Calophyllum brasiliense Cambess**

Maria Cristina Bueno Coelho
Marcos Vinicius Cardoso Silva
Caroline Cardoso Gama
Bruno Aurélio Campos Aguiar
Maurilio Antonio Varavallo
Mathaus Messias Coimbra Limeira
Mauro Luiz Erpen
Marcos Vinicius Giongo Alves
Yandro Santa Brigida Ataíde
André Ferreira dos Santos
Augustus Caeser Franke Portella

DOI 10.22533/at.ed.6392114047

CAPÍTULO 8.....87

**RELAÇÃO MORFOMÉTRICA E DE COMPETIÇÃO PARA O MANEJO DE *Calophyllum
brasiliense* Cambess**

Maria Cristina Bueno Coelho
Marcos Vinicius Cardoso Silva
Caroline Cardoso Gama
Bruno Aurélio Campos Aguiar
Maurilio Antonio Varavallo
Mathaus Messias Coimbra Limeira
Mauro Luiz Erpen
Yandro Santa Brigida Ataíde
Yasmin de Andrade Ramos
André Ferreira dos Santos
Augustus Caeser Franke Portella
Max Vinicius Reis de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.6392114048

A GESTÃO FLORESTAL SUSTENTÁVEL NA PREVENÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO: SILVICULTURA E PASTOREIO NA REDUÇÃO DA BIOMASSA COMBUSTÍVEL

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 06/02/2021

Teresa de Jesus Fidalgo Fonseca

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro,
Departamento de Ciências Florestais e
Arquitetura Paisagista
Vila Real, Portugal
Centro de Estudos Florestais – Universidade de
Lisboa
Lisboa, Portugal
<https://orcid.org/0000-0001-6269-3605>

Filipa Conceição Silva Torres Manso

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro,
Departamento de Ciências Florestais e
Arquitetura Paisagista
Centro de Estudos Transdisciplinares para o
Desenvolvimento
Vila Real, Portugal
<https://orcid.org/0000-0001-9884-7020>

Cláudia Manuela da Silva Martins

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro,
Departamento de Ciências Florestais e
Arquitetura Paisagista
Vila Real, Portugal
<https://orcid.org/0000-0002-7820-4914>

Marina Meca Ferreira de Castro

Instituto Politécnico de Bragança
Centro de Investigação de Montanha
Bragança, Portugal
<https://orcid.org/0000-0002-6368-8098>

RESUMO: Os incêndios florestais são uma das principais perturbações abióticas nas florestas naturais e plantadas, afetando vastas áreas no mundo. No Sul da Europa, os incêndios rurais são episódios frequentes e recorrentes pelo que o seu risco tem de ser imperativamente incluído na gestão dos espaços florestais. Para evitar os danos causados pelo fogo é necessário considerar procedimentos de prevenção ou de redução da sua propagação. As opções mais comuns incluem a seleção das espécies arbóreas a plantar, promovendo a utilização das essências mais resistentes ao fogo, aliada à sua organização no espaço através da compartimentação, numa perspetiva de minimização de risco à escala da paisagem. Ao nível do povoamento, promove-se a redução da carga de combustível da vegetação de sub-bosque. Esta redução pode ser conseguida através da prescrição de fogo controlado, por remoção mecânica, ou pastoreio, ou, indiretamente, por gestão da densidade do coberto arbóreo. Neste trabalho considera-se a aplicação de dois métodos para a redução da biomassa combustível de sub-bosque. Um dos métodos assenta em técnicas silvícolas de gestão da densidade média entre as árvores, enquanto o outro considera a utilização de caprinos. A eficácia dos dois tipos de abordagens na redução da carga de combustível será avaliada e discutida em casos de estudo relativos à floresta portuguesa, no âmbito das atividades do Projeto FTA+siv – Florestação de Terras Agrícolas com Mais Silvicultura, Inovação e Valor.

PALAVRAS - CHAVE: Fogos rurais, tratamentos de redução de combustível.

SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT IN FIRE RISK PREVENTION: FORESTRY AND GRAZING IN BIOMASS REDUCTION

ABSTRACT: Forest fires are one of the main abiotic disturbances in natural and planted forests, affecting large areas all over the world. In southern European forests, rural fires are frequent with recurrent episodes. As a result, the risk of fire should be explicitly addressed in forest management. Specifically, it is necessary to consider procedures to prevent or reduce the spread. The most common options include the selection of tree species to be planted, promoting the use of the most fire-resistant essences, combined with their organization in space through fragmentation, the later for minimizing the risk at the landscape level. At the level of a settlement, the reduction of the risk is envisaged through the reduction of the fuel load of understory vegetation. This reduction can be achieved by prescribed fire, by mechanical removal or by grazing, or, indirectly by managing the density of stand. This article outlines two methods for reducing the fuel load of the understorey. One method is based on forestry techniques for managing the average density between trees, while the other concerns the use of goat grazing. The use of both approaches is discussed for case studies in the Portuguese forest, within the Project Forestation of Agricultural Land with More Silviculture, Silvopasture, Innovation and Value.

KEYWORDS: Forest fires, fuel reduction treatments.

1 | INTRODUÇÃO

Os incêndios constituem uma perturbação abiótica significativa nas florestas naturais e plantadas, afetando historicamente grandes áreas em todo o mundo. Nos territórios propensos a incêndios florestais, como sucede com os países do Sul da Europa, sob influência mediterrânica, o risco de perturbação está continuamente presente e recorrente, sendo forçoso que seja incluído na planificação dos gestores dos espaços florestais (Castro *et al.*, 2020).

Portugal é um dos países do Sul da Europa que tem sofrido elevadas perdas com os incêndios rurais, com sério impacto na área florestal. A floresta Portuguesa ocupa cerca de 3,2 milhões de hectares, representando cerca de 36,2% do território nacional. As principais espécies florestais no território nacional são o pinheiro-bravo (*Pinus pinaster* Ait.), o eucalipto (*Eucalyptus* sp.) e o sobreiro (*Quercus suber* L.). No Quadro 1 apresentam-se os valores de área ocupada pelas espécies mais representadas no território, segundo dados do Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF, 2019), referentes ao último Inventário Florestal Nacional (IFN6), cuja avaliação do uso e de ocupação do solo reporta a 2015. Além das espécies referidas, inclui-se no quadro a área de azinheira (*Quercus ilex* L.), e castanheiro (*Castanea sativa* Mill.), bem como do estrato “carvalhos”, o qual inclui o agrupamento de espécies do género *Quercus* com exceção das espécies sobreiro e azinheira.

No período de 2016 a 2018, o impacto dos incêndios foi expressivo (Quadro 1), com uma elevada redução na área ocupada por povoamentos de pinheiro-bravo e de eucalipto,

segundo estimativas realizadas pela mesma fonte (ICNF, 2019).

A elevada severidade dos incêndios tem sido associada a três aspetos fulcrais relacionados com o tipo de floresta: ser altamente inflamável (dada a composição e continuidade predominante de pinheiros e de eucaliptos), estar fracamente estruturada e ser fracamente gerida, principalmente em termos de gestão dos combustíveis do sub-bosque.

| Espécie | Área (10 ³ ha) | | |
|----------------|---------------------------|------------------------------------------------|-------------------|
| | 2015 (NF16) | Perdas devido aos incêndios rurais (2016-2018) | 2019 (estimativa) |
| Pinheiro-bravo | 615 | -123 (20%) | 492 |
| Eucaliptos | 766 | -114 (15%) | 652 |
| Sobreiro | 705 | -4 (0,6%) | 701 |
| Azinheira | 342 | -1 (0,6%) | 340 |
| Carvalhos | 77 | -4 (5,2%) | 73 |
| Pinheiro-manso | 189 | -2 (1,1%) | 187 |
| Castanheiro | 47 | -1 (2,1%) | 46 |

Quadro 1. Áreas arborizadas por espécie florestal, em Portugal continental, para um conjunto das espécies mais representadas. Valores obtidos no IFN6 (2015) e estimativa para 2019 com base nas áreas ardidas entre 2016 a 2018. Fonte: ICNF (2019).

As medidas preventivas de gestão do espaço florestal que são tradicionalmente consideradas para minimizar o risco de danos associados a incêndios florestais abrangem três escalas: (1) ao nível da árvore, com a seleção da espécie; (2) ao nível do povoamento, com redução de vegetação do estrato arbustivo; (3) ao nível da paisagem, através duma compartimentação do espaço, promovendo uma adequada organização e ordenamento do território.

Embora haja um conjunto de fatores que deva ser considerado na gestão do fogo à escala do povoamento, como a continuidade vertical do combustível (do estrato arbustivo para o estrato arbóreo), bem como a altura da base da copa e a densidade do copado, o combustível do sub-bosque é um componente crítico do risco de incêndio pelo que é crucial reduzir essa componente ou mantê-la em níveis reduzidos.

A redução de sub-bosque em povoamentos já existentes por gestão ativa pode ser efetuada pelo uso de fogo controlado, corte por meios mecânicos ou motomanuais, tratamento químico e pastoreio (Rigueiro *et al.*, 2005), sendo que as alternativas de gestão mais usadas nas estruturas de defesa contra incêndios são o corte da vegetação e o fogo controlado (Varela *et al.*, 2007). As principais práticas em Portugal dependem do sistema

florestal. De acordo com a síntese realizada por Fonseca *et al.* (2020), nas florestas, em geral, adota-se o equipamento motomanual (sapadores florestais) com corte e remoção de mato, desramação e desbaste. Em eucaliptal, é comum a gestão entre linhas de plantação com grade de discos ou outro tipo de intervenção mecânica, por vezes aplicação de herbicida. As intervenções mecanizadas são comuns em sistemas florestais de sobreiro (montado) e de pinheiro-manso, ainda que, no caso dos povoamentos de sobreiro sejam também comuns as lavouras e a utilização de pastoreio. O fogo controlado é aplicado em perímetros florestais e baldios, quase sempre em áreas de matos. O fogo controlado apresenta algumas vantagens, permitindo diminuir de forma eficiente a carga combustível, com custos substancialmente baixos relativamente aos meios de limpeza mecânicos ou manuais (Varela *et al.*, 2014). No entanto, socialmente, por vezes é visto com alguma relutância e tecnicamente necessita de implementação muito especializada e exigente. Por outro lado, para além de atualmente, o período sazonal para a sua concretização ser já muito reduzido, no futuro, com a progressão das alterações climáticas, esse período tenderá a diminuir ainda mais (Varela *et al.*, 2011; Duane *et al.*, 2019).

A pastorícia das áreas florestais – silvopastorícia, é uma prática ancestral que ao longo dos tempos permitiu a redução da carga combustível dos bosques, proporcionando simultaneamente um conjunto de diversos benefícios aos quais atualmente chamamos serviços de ecossistema de regulação, como a conservação da biodiversidade a diferentes escalas, melhoria da fertilidade do solo, dispersão de sementes, para além dos serviços de aprovisionamento, como carne, leite e lã (FAO, 2020). No entanto, o desenvolvimento socioeconómico das últimas décadas conduziu ao abandono das atividades rurais tradicionais e ao despovoamento das zonas rurais (Torres-Manso, 2014). A redução ou total eliminação, em algumas zonas, da pressão agro-pastoril sobre os bosques, conduziu a que estes se convertessem em zonas de elevado risco de incêndio (Castro *et al.*, 2014)

A baixa pressão de pastoreio observada desde os finais do século passado sobre as áreas florestais, principalmente em regiões de montanha, levou alguns autores a propor a intensificação da carga animal a escalas locais como zonas corta-fogo (p.e. Ruiz-Mirazo *et al.*, 2011). O pastoreio, como ferramenta de gestão de combustíveis em zonas corta fogo é uma prática preconizada desde finais dos anos 80 na região mediterrânica francesa (Castro *et al.*, 2014). No entanto, ela deve ser usada essencialmente como técnica complementar à manutenção de intervenções iniciais de fogo e/ou corte (Torres Manso, 2014; Ruiz-Mirazo *et al.*, 2005, Ruriz-Mirazo *et al.*, 2007). Em Espanha no âmbito de programas de defesa contra incêndios, o pastoreio tem sido financiado para conservar a rede de corta-fogos, em algumas regiões. Também em Portugal, a Estratégia Nacional para as Florestas (EFN) refere-se ao pastoreio extensivo como técnica de gestão do combustível, no entanto a sua concretização é ainda muito incipiente (Castro *et al.*, 2018).

Considerando as especificidades de aplicação dos métodos de tratamento de combustíveis, a comparação de custos não é facilmente praticável. Por um lado, há

preços estabelecidos para fogo (93,45 a 467,35 €.ha⁻¹) e corte mecânico (383,36 €.ha⁻¹ e 1150,08 €.ha⁻¹) para uma grande diversidade de situações (CAOF 2015), mas para o pastoreio não, e por outro, eles têm resultados temporais diferenciados. No primeiro caso, a descontinuidade dos combustíveis produz-se imediatamente enquanto no caso do pastoreio, o efeito é progressivo.

Os custos do serviço de pastoreio para manutenção de corta-fogos na região da Andaluzia foram estimados entre 33,99 e 69,32€.ha⁻¹ano⁻¹ (39,82-81,22 €.ha⁻¹ ano⁻¹, se reportarmos a 2015 com taxa de inflação de 2%) em função da dificuldade de pastoreio das zonas a gerir (Varela *et al.*, 2007). De acordo com a mesma referência, o pastoreio não eliminaria completamente a necessidade de intervenções mais pesadas (corte ou fogo) nas áreas a tratar, mas poderia evitar cerca de 75% desses custos, porque permitiria alargar temporalmente as intervenções (passando a intervalos de 3 a 12 anos), devendo então falar-se em custos evitados.

O controlo da vegetação do sub-bosque através de métodos ecológicos estende-se também à utilização da silvicultura. Neste caso, assume-se como uma estratégia de longo prazo, através da qual se promove a condução do povoamento em níveis elevados de densidade de coberto arbóreo. O efeito da densidade do coberto arbóreo no desenvolvimento do sub-bosque foi descrito em vários sistemas florestais (McKenzie *et al.*, 2000; Gracia *et al.*, 2007; Coll *et al.*, 2011; Botequim *et al.*, 2015; Fonseca e Duarte, 2018; Tartarino *et al.*, 2020). No estudo realizado por Fonseca e Duarte (2018), para o pinheiro-bravo, em Portugal, os autores comprovaram a existência de relações estatisticamente significativas entre a densidade dos pinhais e o grau de sobcoberto, com valores crescentes de probabilidade a favor de ausência de vegetação, para valores mais elevados de área basal, ou de espaçamento médio entre árvores. O efeito “regulador” do coberto arbóreo na vegetação de sub-bosque pode justificar-se pela maior interceção da luz em povoamentos densos, mas também por características químicas e físicas do solo, em situações de maior ensombramento.

Neste artigo, iremos considerar as medidas de redução do sobcoberto aplicadas ao nível do povoamento, dando ênfase ao pastoreio de caprinos. Será também apresentada uma situação na qual a vegetação de sub-bosque é controlada indiretamente, através da silvicultura, por manutenção de uma densidade elevada do coberto arbóreo. Os casos de estudo referem-se a experiências delineadas no âmbito do Projeto FTA+siv – Florestação de Terras Agrícolas com Mais Silvicultura, Inovação e Valor (2018-2021), na região Norte de Portugal. Estando as experiências com pastoreio em curso, procede-se ao contraste da técnica de pastoreio, com as outras opções, em análise SWOT, na secção de resultados.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Enquadramento

A florestação de áreas agrícolas surge a partir da reforma da Política Agrícola Comum (PAC) em 1992, e mais especificamente com a Lei do “Set-a-Side”. No seguimento desta legislação surgiram sucessivos apoios da EU para a arborização destas áreas (<https://www.europarl.europa.eu/>). Contudo, em consequência do abandono da agricultura e do despovoamento rural, as novas áreas arborizadas não tiveram um adequado acompanhamento técnico por parte dos seus proprietários, maioritariamente absentistas ou sem recursos financeiros para a respetiva gestão. Uma das lacunas foi a ausência de limpeza do sub-bosque, o qual para além de competir com as espécies arbóreas plantadas, foi-se acumulando, proporcionando uma elevada carga de combustível, e causando um elevado risco de incêndio. Desta forma, as arborizações efetuadas a partir de 1992, aproximadamente com cerca de vinte cinco anos, apresentam sérios riscos, apelando para uma gestão sustentável.

2.2 Localização Das Experiências Piloto

As experiências piloto (EP) localizam-se em 3 concelhos de Trás-os-Montes e Alto Douro (Portugal), concretamente em Murça (EP1), na freguesia de Palheiros, em Alfândega da Fé, na freguesia de Ferradosa (EP2 e EP3), e em Mogadouro, nas freguesias de Penas Roias (EP4) e de Vila d’Ala (EP5) (Figura 1, Quadro 2).

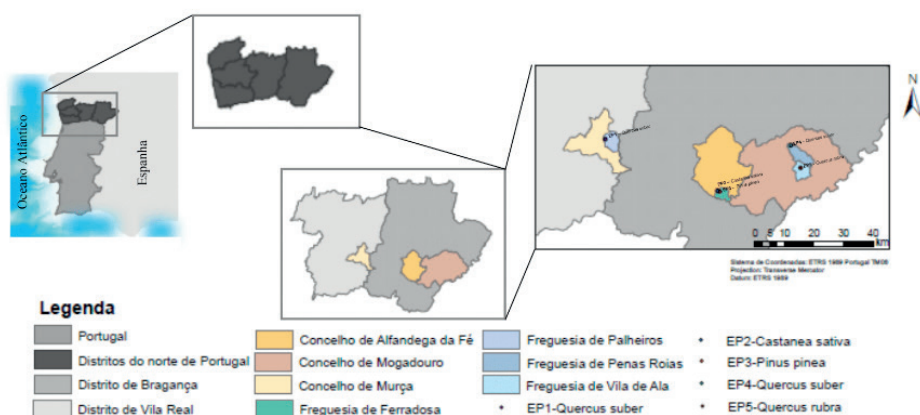


Figura 1. Localização das experiências piloto do Projeto FTA+shiv.

| Concelho | Murça | Alfândega da Fé | | Mogadouro | |
|-------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|---------------------|
| Parcela piloto (Freguesia) | EP1 (Palheiros) | EP2 (Ferradosa) | EP3 (Ferradosa) | EP4 (Penas Roias) | EP5 (Vila d'Ala) |
| Latitude | 41°15'10,26"N | 41°16'14,76"N | 41°16'06,29"N | 41°40'57,83"N | 41°34'08,67"N |
| Longitude | -7°14'37,47"O | -6°57'56,41"O | -6°57'19,03"O | -6°66'50,49"O | -6°62'35,25"O |
| Altitude (m) | 814 | 550 | 550 | 695 | 776 |
| Exposição | Sudoeste | Norte | Norte | Sudeste | Este |
| Declive (%) | 23 | 26 | 42 | 10 | 14 |

Quadro 2. Localização geográfica e características topográficas das experiências piloto (EP).

Em termos edafo-climáticos, estes concelhos têm características distintas, embora climaticamente se enquadrem, na generalidade, num clima mediterrânico, com influência continental. No Quadro 3 caracterizam-se as principais variáveis edafo-climáticas para os locais onde se encontram as experiências piloto. As diferenças edafo-climáticas refletem-se nas opções de arborização realizadas e espécies arbóreas existentes nas parcelas das experiências piloto.

| Variável | | Murça EP1 | Alfândega da Fé EP2 e EP3 | Mogadouro EP4 e EP5 | |
|-----------|---------------------------------------|--------------------|------------------------------|------------------------|---------------|
| Clima | Temperatura média anual (°C) | 12,7 | 12,9 | 12,0 | |
| | Precipitação média anual (mm) | 1120 | 803 | 738 | |
| | Insolação (horas) | 2600-2700 | | 2600- 2700 | 2500- 2600 |
| | Geadas (dias) | 60-70 | 30-40 | 20-30 | 10-20 |
| | Radiação solar (kca/cm ²) | 145-150 | | 145- 150 | 150-155 |
| | Humidade do ar (%) | 75-80 | <65 | 65-70 | |
| Litologia | | Xistos, grauvaques | | | |
| Solo | | Litossolos | Litossolos | Luvisolos | Litossolos |

Quadro 3. Características edafo-climáticas das experiências piloto do Projeto FTA+siv.

A parcela experimental EP1 está instalada numa área de sobreiro (*Quercus suber*), tendo um estrato arbustivo baixo, essencialmente dominado por carqueja (*Pterospartum tridentatum*). Esta parcela é sujeita ao pastoreio extensivo de cervídeos, os quais ali são ocasionalmente observados.

Em Alfândega da Fé, a experiência piloto EP2 tem como estrato arbóreo dominante,

o castanheiro (*Castanea sativa*) para produção de madeira, sendo o estrato arbustivo dominado giestas (*Cytisus* spp.) de porte elevado, assim como, o trovisco (*Daphne gnidium*). Esta vegetação foi inicialmente sujeita a corte mecânico para permitir a entrada dos caprinos. A parcela EP3 tem como coberto arbóreo pinheiro-manso (*Pinus pinea*), sem estrato arbustivo ou vestigial.

Em Mogadouro, a experiência piloto EP4 está localizada num povoamento de sobreiro para produção de cortiça, sendo o estrato arbustivo dominado por esteva (*Cistus ladanifer*) e a EP5, encontra-se em povoamento de carvalho-americano (*Quercus rubra*) para produção de madeira, com sub-bosque de *Cistus psilosepalus* e silvas (*Rubus* sp.).

As parcelas correspondentes às experiências piloto EP1, EP, EP4 e EP5, foram selecionadas para implementação de ensaios para análise do efeito do pastoreio.

3 | MÉTODOS

3.1 Avaliação do Estrato Arbóreo

A caracterização dos povoamentos teve como suporte informação colhida em parcelas de amostragem de área pré-definida e forma circular, procedendo-se à instalação das mesmas de acordo com os protocolos adequados a esse propósito (Marques *et al.*, 2017). Nas parcelas das experiências foi medido o diâmetro a 1,30m acima do nível do solo, em todas as árvores e efetuada a avaliação da altura num subconjunto. Com base nesta informação procedeu-se à quantificação da densidade e estimativa do diâmetro médio e altura média das árvores. Para todas as experiências piloto, é conhecida a idade das árvores uma vez que os povoamentos foram instalados por plantação, dispensando outro modo de avaliação.

3.2 Avaliação do Estrato Arbustivo

Para se estudar o efeito do pastoreio de caprinos no sub-bosque dos povoamentos correspondentes às experiências EP1, EP2, EP4 e EP5, cercaram-se 5000 m², os quais foram igualmente divididos em áreas de 2500 m², sendo uma delas sujeita à intervenção dos animais e a outra considerada a parcela testemunha. Para o acompanhamento permanente da evolução do coberto vegetal, do fitovolume e da biomassa da área de intervenção, estão a ser estimadas as variáveis que a seguir se identificam, utilizando as respetivas metodologias em parcelas permanentes. A percentagem de coberto vegetal está a ser avaliada por meio de dois tipos de métodos: o método da linha de interceção (Canfield, 1941), que consiste no uso duma linha graduada para medição linear e horizontal da vegetação intercetada. Este é um método bastante preciso e é dos mais utilizados para fins de investigação. O outro método, por estimativa ocular, utiliza informação de 10 parcelas com área unitária igual a 1m². Trata-se de um método mais expedito para futuramente ser utilizado por gestores florestais. O objetivo da dupla avaliação é efetuar uma análise comparativa de ambas as

metodologias. Complementando a avaliação da cobertura vegetal do estrato arbustivo, com a estimativa da área ocupada pela mesma vegetação e a respetiva altura calcula-se a estrutura vegetal indicadora do fitovolume. Este parâmetro tem elevada importância dado ser correlacionável com a biomassa aérea. A biomassa aérea será obtida através de corte e determinação da matéria seca vegetal aérea, apenas em vegetação herbácea ou arbustiva para as quais não existam modelos de conversão do volume em biomassa aérea.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização Biométrica das Experiências Piloto

Na Figura 2, são apresentados registos fotográficos captados nas experiências piloto no período 2019-2020. As fotografias mostram os estratos arbóreo e a vegetação de sobcoberto nos diversos sistemas florestais.

Os resultados das avaliações quantitativas realizadas nas experiências piloto, para a componente arbórea e para o estrato arbustivo são apresentados, respetivamente, nos Quadros 4 e 5.

Os povoamentos das cinco experiências piloto têm idades semelhantes, mas variam quanto à densidade, sendo a EP1 a que apresenta o valor mais reduzido de número de árvores e a EP2 o valor superior. Na EP2, o valor de número de árvores inclui a contabilização dos rebentos laterais, típicos da espécie castanheiro, com altura igual ou superior a 1,30m à data do inventário.



Figura 3. Imagens das experiências piloto. Registos realizadas no período 2019-2020.

Na experiência piloto EP3, correspondente ao povoamento de pinheiro-manso, há competição entre árvores (Figura 3). A competição tem interferido no crescimento das árvores, as quais apresentam copas assimétricas (com maior diâmetro entre linha, do que na linha) e reduzida produção de pinha. Os modelos silvícolas para a espécie consideram densidades iniciais mais baixas do que as encontradas na parcela piloto, variando, entre 600 a 200 árvores por hectare, quando objetivo é a produção de fruto (Freire *et al.*, 2019).

| | EP1 | EP2 | EP3 | EP4 | EP5 |
|---------------------|----------------------|------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| Variável | <i>Quercus suber</i> | <i>Castanea sativa</i> | <i>Pinus pinea</i> | <i>Quercus suber</i> | <i>Quercus rubra</i> |
| Idade (anos) | 25 | 24 | 25 | 25 | 25 |
| Densidade (árv./ha) | 570 | 1270 | 1048 | 915 | 1100 |
| Diâmetro médio (cm) | 12,2 | 5,8 | 17,5 | – | – |
| Altura média (m) | 4,9 | 5,9 | 7,8 | – | – |

Quadro 4. Caracterização geral do estrato arbóreo nas experiências piloto.

Os valores preliminares, anteriormente à introdução de caprinos, em termos de coberto e fitovolume da vegetação arbustiva nas parcelas de Murça e de Alfândega da Fé são apresentados no Quadro 5. Para estas parcelas, os dados de coberto foram obtidos por estimativa ocular, devendo ser salientado que no caso da parcela de Alfândega da Fé, foram obtidos um ano e meio após o corte mecânico. A EP3 apresentava valores nulos ou vestigiais de vegetação de sobcoberto.

| Variável | EP1 | | EP2 | |
|---------------------------------|--------------|-----------------------------|--------------|-----------------------------|
| | % de coberto | Volume (m ³ /ha) | % de coberto | Volume (m ³ /ha) |
| Herbáceas | 10,9 | – | 6,8 | – |
| <i>Pterospartum tridentatum</i> | 39,6 | 1346,4 | | |
| <i>Erica spp.</i> | 7,3 | 195,6 | | |
| <i>Cytisus spp.</i> | | | 18,8 | 937,5 |
| <i>Daphne gnidium</i> | | | 17,5 | 1356,2 |
| <i>Q. suber</i> | | | 9,0 | 435,0 |

Quadro 5. Caracterização do coberto e fitovolume nas experiências piloto EP1, EP2 e EP3.

Os valores de coberto e de fitovolume determinados nas experiências piloto de Mogadouro, EP4 e EP5, estão indicados no Quadro 6.

| Variável | EP4 | | EP5 | |
|-------------------------|--------------|-----------------------------|--------------|-----------------------------|
| | % de coberto | Volume (m ³ /ha) | % de coberto | Volume (m ³ /ha) |
| Herbáceas | 2 | – | 17 | – |
| <i>Cistus ladanifer</i> | 42 | 6178,75 | 19,8 | 1780,0 |
| <i>Cytisus striatus</i> | 5,5 | 660 | 10,7 | 1674,2 |
| <i>Ulmus spp.</i> | 23 | 1455 | 9,9 | 440,0 |
| <i>Lavandula</i> | 6,25 | 297,5 | | |
| <i>Q. suber</i> | 1 | 25 | | |
| <i>Q. rubra</i> | | | 1,4 | 52,4 |

Quadro 6. Caracterização do coberto e fitovolume nas experiências piloto EP4 e EP5.

4.2 Sustentabilidade de Opções de Redução do Sub-Bosque

Das cinco experiências consideradas como casos de estudo, a EP3 não possui coberto herbáceo ou subarbustivo expressivo, devido à elevada densidade arbórea em que se tem desenvolvido. Embora a condução do povoamento de pinheiro-manso não corresponda à implementação ativa de um modelo de silvicultura, mas antes, a uma gestão absentista ao longo dos anos, ilustra o efeito da silvicultura como opção estratégica de redução da vegetação de sobcoberto, à semelhança do reportado por Fonseca e Duarte (2017).

Para as experiências EP1, EP2, EP4 e EP5, está em curso a utilização da silvopastorícia como método de gestão da vegetação de sobcoberto. O projeto no qual se inserem as experiências tem permitido identificar forças e oportunidades, mas também fraquezas e obstáculos à implementação desta opção. Para ajudar os técnicos a realizarem escolhas mais esclarecidas, procedeu-se à análise SWOT do recurso à silvopastorícia, contrastando-o com outras opções, designadamente, com o fogo controlado e com a adoção de meios mecânicos. Fez-se um exercício similar para as restantes opções. O resultado das análises SWOT está sumariado no Quadro 7.

As análises permitem concluir que não existe uma metodologia ideal, nem estas são alternativas relativamente umas às outras, uma vez que estas se completam, devendo ser aplicadas complementarmente, ou não, consoante as diferentes situações em causa.

| Silvopastorícia | |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Forças | <ol style="list-style-type: none"> 1. Manutenção sustentável da carga de combustível alargando até 10-12 anos o tempo para uma intervenção mais intensiva. 2. Redução substancial do uso de intervenções tradicionais (p.e., corte, fogo controlado) de gestão de combustíveis. 3. Contribuição para a conservação da biodiversidade. 4. Preservação das raças autóctones. 5. Promoção de zonas de descontinuidade do sobcoberto dos espaços florestais. 6. Aplicável em solos declivosos ou pedregosos Rendimento complementar para os criadores. 7. Formação técnicas de novos criadores. 8. Formação técnica de novos proprietários florestais. 9. Promoção de bem estar animal (abrigo e segurança alimentar). 10. Poupança até 75% dos custos de operações de manutenção tradicionais. 11. Beneficiação da riqueza da matéria orgânica no solo. |
| Fraquezas | <ol style="list-style-type: none"> 1. Estábulo muito distanciados das zonas a pastorear. 2. Falta de mão de obra (pastores). 3. Idade avançada dos criadores. 4. Nem sempre se adequa a primeira intervenção. 5. Dimensão e fragmentação da propriedade florestal. 6. Políticas Europeias e instabilidade associada à produção. |
| Ameaças | <ol style="list-style-type: none"> 1. Despovoamento rural. 2. Redução dos efetivos pecuários. 3. Falta de ordenamento no território rural. |

| | |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Oportunidades | <ol style="list-style-type: none"> 1. Potencial de vigilância e de deteção de incêndios pela presença de pastores no território. 2. Instalação de jovens agricultores. 3. Reconhecimento pela sociedade do efeito positivo dos animais na gestão dos combustíveis. 4. Compromissos de transição energética (podem ter benefícios indiretos, p.e. promover a criação de empregos). 5. Certificação florestal. 6. Políticas públicas de apoio a formas inovadoras de gestão de combustíveis. |
| Meios mecânicos | |
| Forças | <ol style="list-style-type: none"> 1. Possui um período de execução alargado (sendo mais extenso do que o do fogo controlado). 2. Aplicável em áreas com elevada carga de biomassa. 3. Aplicável a áreas com grande extensão, quando realizado por meios mecânicos suportados por maquinaria pesada. 4. Permite a seleção de espécies a remover, na modalidade motomanual. 5. Adequação elevada para espécies que não regeneram vegetativamente. 6. Meios motomanuais aplicáveis a áreas com declives acentuados. |
| Fraquezas | <ol style="list-style-type: none"> 1. Exigente em mão-de-obra, moroso e requerendo preparação técnica. 2. Dependente das características do terreno (topografia, etc.), da dimensão da área de intervenção, do tipo de combustível florestal, da estrutura dos povoamentos florestais. 3. Efeito de eliminação dos combustíveis com ação temporal limitada (3-5 anos). 4. Custos geralmente elevados, dependentes do tipo de solo e declive. (Os custos rondam 47,92 a 1150,08 euros/ha. Fonte: CAOP.) 5. No caso do uso dos meios mecânicos, é considerado problemático, para declives superiores a 30-35% e aglomerados rochosos, devido ao aumento do risco de erosão. |

| | |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ameaças | <ol style="list-style-type: none"> 1. Gerador potencial de erosão e de impacto na paisagem. 2. Limitação do uso em dias de elevado risco de incêndio. |
| Oportunidades | <ol style="list-style-type: none"> 1. Perante dificuldade de implementação de outras técnicas. 2. Procura crescente de material lenhoso de baixa qualidade, nomeadamente para fins energéticos, ou em agricultura biológica, etc. |
| Fogo controlado | |
| Forças | <ol style="list-style-type: none"> 1. Permite efetuar o tratamento de grandes extensões de território. 2. Diminuição da área ardida em contexto de incêndios rurais. 3. Aplicável em solos pedregosos. 4. Rápido e eficaz na redução do combustível. 5. Menos dispendioso que os meios mecânicos. (Os custos rondam 93,45 a 467,35 euros/unidade. Fonte: CAOP.) |
| Fraquezas | <ol style="list-style-type: none"> 1. Depende de diversos fatores biofísicos incluindo os meteorológicos. 2. Não aplicável em zonas com elevada continuidade vertical. 3. Não aplicável em Áreas Protegidas com estatuto restritivo. 4. Número reduzido de dias com possibilidade de execução. 5. Necessita de formação específica. 6. Algumas espécies não ardem no período técnico recomendado. 7. O efeito de eliminação dos combustíveis tem ação temporal limitada (3-5 anos). 8. A sua prática não é aconselhada em declives superiores a 40-60%, devido ao aumento do risco de erosão que provoca. 9. Em espécies vegetais estimuladas pelo fogo não é recomendada. |

| | |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ameaças | <ol style="list-style-type: none"> 1. Gerador potencial de erosão e de impacte na paisagem. 2. Imagem social negativa crescente da prática. 3. Libertação de GEE's ambiental e progressivamente mais onerosa. 4. As alterações climáticas reduzem progressivamente janela de oportunidade à sua realização. |
| Oportunidades | <ol style="list-style-type: none"> 1. Compromissos de transição energética. 2. Promoção ativa pelos especialistas em fogos rurais. |
| Silvicultura | |
| Forças | <ol style="list-style-type: none"> 1. Método expedito de regulação da vegetação, não sujeito a fatores externos (p.e., atividade humana ou disponibilidade de efetivos pecuários). 2. Não condicionado a características topográficas ou meteorológicas. 3. Opção economicamente mais interessante em povoamentos obtidos por aproveitamento de regeneração natural. |
| Fraquezas | <ol style="list-style-type: none"> 1. Reduz a multifuncionalidade. 2. A estabilidade do coberto arbóreo é assegurada por efeito de bloco, pelo que o planeamento dos desbastes tem de ser muito cuidadoso. 3. Diminui a biodiversidade. |
| Ameaças | <ol style="list-style-type: none"> 1. A prescrição de manutenção do povoamento com densidades baixas com o intuito de reduzir a contiguidade das copas (evitar fogo de copas). 2. Poderá ser identificada como favorecedora do abandono rural. |
| Oportunidades | <ol style="list-style-type: none"> 1. A escassez de recursos florestais levará à necessidade de gerir os povoamentos em densidades elevadas para maximização da produção. |

Quadro 7. Análise SWOT de métodos usados para redução da biomassa de sobcoberto em povoamentos florestais.

5 I RECONHECIMENTO

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito das atividades do Projeto FTA+siv – Florestação de Terras Agrícolas com Mais Silvicultura, Inovação e Valor (PDR2020-101-031671), financiado pelo FEADER e pelo Estado Português, no âmbito da Ação 1.1 “Grupos Operacionais” integrado na Medida 1.«Inovação» do PDR2020- Programa de Desenvolvimento Rural do Continente.

A participação da coautora Teresa Fonseca foi financiada por Fundos Nacionais, através da Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), projeto UIDB/00239/2020.

REFERÊNCIAS

Botequim, B.; Zubizarreta-Gerendiain, A.; Garcia-Gonzalo, J.; Silva, A.; Marques, S.; Fernandes, P.M.; Pereira, J.M.C.; Tomé, M. A model of shrub biomass accumulation as a tool to support management of Portuguese forests. **iForest - Biogeosciences and Forestry**, v. 8, n.2, p. 114-125. 2015. DOI: 10.3832/ifer0931-008. Disponível em: <http://www.sisef.it/forest/contents/?id=ifer0931-008>. Acesso em: 15 dez. 2020.

Canfield, R. H. Application of the line interception method in sampling range vegetation. **Journal of Forestry**, v. 39, n. 4, p. 388-394, abr.1941.

Castro, M.; Ameray, A.; Castro, J. P. A new approach to quantify grazing pressure under mediterranean pastoral systems using GIS and remote sensing. **International Journal of Remote Sensing**, v. 41, n. 14, p. 5371-5387, 2020. DOI: 10.1080/01431161.2020.1731930. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10198/21724>. Acesso em: 15 dez. 2020.

Castro, M.; Fernández-Núñez, E.; Castro, J. O uso dos caprinos na proteção da floresta: de velhos inimigos a novos aliados. In: **Capra 2014: III Reunião Nacional de Caprinicultura**. Bragança. p. 52-56, 2014. ISBN 978-972-745-174-6

Castro, M.; Fernández-Núñez, E.; Torres-Manso, F. Pastores, pastoreio e risco de incêndio: aliados, cúmplices ou concorrentes? In: **Orlando Simões (Ed.) O rural depois do fogo, 2018**, Coimbra, p. 155-162. ISBN 978-972-99205-8-5

Coll, L.; Gonzalez-Olabarria, J.R.; Mola-Yudego, B.; Pukkala, T.; Messier, C. Predicting understory maximum shrubs cover using altitude and overstory basal area indifferent Mediterranean forests. **European Journal of Forest Research**, v. 130, n. 1, p. 55-65, maio. 2011.

Duane, A.; Aquilué, N.; Canelles, Q.; Morán-Ordoñez, A.; Cáceres, M.; Brotons, L. Adapting prescribed burns to future climate change in Mediterranean landscapes. **Science of The Total Environment**, v. 677, p. 68-83, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.348>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004896971931890X>. Acesso em: 18 nov. 2020.

FAO. Innovative. Pastoralism. Achieving productivity and sustainability for food security. **Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma – Italy**. p. 12, 2020

Freire, J.; Rodrigues, G.C.; Tomé, M. Climate change impacts on *Pinus pinea* L. silvicultural system for cone production and ways to contour those impacts: a review complemented with data from permanent plots. **Forests**, v. 10, 169, p. 29, 2019. DOI: 10.3390/f10020169. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1999-4907/10/2/169>. Acesso em: 7 dez. 2020.

Fonseca, T.F.; Duarte, J.C. A silvicultural stand density model to control understory in maritime pine stands. **iForest - Biogeociências e Silvicultura**, v. 10, n. 5, p. 829-836, Oct. 2017. DOI: 10.3832/ifer2173-010.

Fonseca, T.F., Matias, J.L., Gaspar, Marques, D., M.J., Fernandes, P., Cerveira, A. Revisão bibliográfica: Normativos e instrumentos para a avaliação do risco e prevenção de incêndios em Portugal. Project ForManRisk Forest Management and Natural Risks. GT2. Deliverable P.2.2. 1. V1.0.

Gracia, M.; Montané, F.; Piqué, J.; Retana, J. Overstory structure and topographic gradients determining diversity and abundance of understory shrub species in temperate forests in central Pyrenees (NE Spain). **Forest Ecology and Management**, v. 242, p. 391-397, Jan. 2007. DOI:10.1016/j.foreco.2007.01.056. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112707000801>. Acesso em: 7 dez. 2020.

ICNF, 2019. IFN6 – Principais resultados – relatório sumário [pdf], 34 pp, Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. Lisboa. Portugal. Disponível em http://inforcna.pt/Media/Files/201979_lfn6PrincipaisResultadosJun2019.pdf. Acesso em: 6 fev. 2021.

Marques, CP, TF Fonseca, JC Duarte. 2017. Guia Prático de Avaliações Florestais – Dendrometria. Sílabas & Desafios - Unipessoal Lda., Faro, 230p. ISBN: 978-989-8842-17-6.

McKenzie, D.; Halpern, C.B.; Nelson, C.R. Overstory influences on herb and shrub communities in mature forests of western Washington, USA. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 30, n. 10, p. 1655-1666, Oct. 2000. DOI: 10.1139/cjfr-30-10-1655. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/251802338>. Acesso em: 26 nov. 2020.

Rigueiro, A.; Mosquera, M. R.; Romero, R.; González, M. P.; Villarino, J. J.; López, L. 25 años de investigación en Galicia sobre sistemas silvopastorales en prevención de incendios forestales. In: II CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE ESTRATEGIAS DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS EN EL SUR DE EUROPA, 2005, Barcelona.

Ruiz-Mirazo, J.; Robles, A. B.; Ramos, M. E. y González Rebollar, J. L. Las áreas pasto-cortafuegos como experiencia de silvicultura preventiva en los espacios forestales y agroforestales mediterráneos: 1. Diseño. **ResearchGate**, v. 1, p.337-343, 2005. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/39579278>

Ruiz-Mirazo J.; Robles A.B.; Jiménez-Piano R.; Martínez Moya J.L.; López Quintanilla J. y González Rebollar J.L., en. WILDFIRE 2007 – 4TH INTERNATIONAL WILDLAND FIRE CONFERENCE Sevilla 13 to 17 May 2007.

Ruiz-Mirazo, J.; Robles, A.B.; Jiménez, R.; Martínez-Moya, J.L.; López-Quintanilla, J.; González-Rebollar, J.L. La prevención de incendios forestales mediante pastoreo controlado: el estado del arte en Andalucía. In: 4th International Wildland Fire Conference; Sevilla, 2007, Spain. Disponível em: <https://digital.csic.es/handle/10261/42910>. Acesso em: 6 fev. 2021.

Ruiz-Mirazo, J., Robles A. B., y González Rebollar, J. L. Two-year evaluation of fuelbreaks grazed by livestock in the wildfire prevention program in Andalusia (Spain) , en Agriculture. **Ecosystems and Environment**, v. 141, n. 1-2, p. 13-22, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.02.002>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167880911000405?via%3Dihub>. Acesso em: 26 nov. 2020.

Tartarino, P.; Greco, R.; Silva, S.S. Overstory Effects on the Understory of Aleppo Pine Plantations— Implications for Ecosystem Restoration. **Forests**, v. 11, n. 6, pp. 664, Jun. 2020. DOI: 10.3390/f11060664. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/342126536>. Acesso em: 14 dez. 2020

Torres-Manso, F.; Fernandes, P.; Pinto, R.; Botelho, H.; Monzon, A. Regional livestock grazing, human demography and fire incidence in the Portuguese landscape. **Forest Systems**, v. 23, n.1, pp. 15-21, Apr. 2011. DOI: 10.5424/fs/2014231-02758. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/261329940>. Acesso em: 5 jan. 2021.

Varela, E.; Jacobsen, J. B.; Soliñ, M. Understanding the heterogeneity of social preferences for fire prevention management. **Ecological Economics**, v. 106, pp. 91–104, Oct. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.07.014>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092180091400216X>. Acesso em: 5 jan. 2021.

Varela, E.; Calatrava, J.; Ruiz-Mirazo, J.; Jiménez, R.; González-Rebollar, J.L. Valoración económica del pastoreo en términos de costes evitados en labores de prevención de incendios forestales. *IN: WILDFIRE, 2007 – 4TH INTERNATIONAL WILDLAND FIRE CONFERENCE, 2007, Sevilla.*

Varela, E.; Ruiz-Mirazo, J.; Calatrava, J., Incorporación de las preferencias sociales a la gestión preventiva de incendios forestales. VI Fórum de Política Forestal. Título Congreso: Bosques y sociedad en un contexto .4-6 nov. 2008. Estación Experimental del Zaidín, Espanha. Comunicação de congreso 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10261/42941>. Acesso em: 5 de janeiro de 2021.