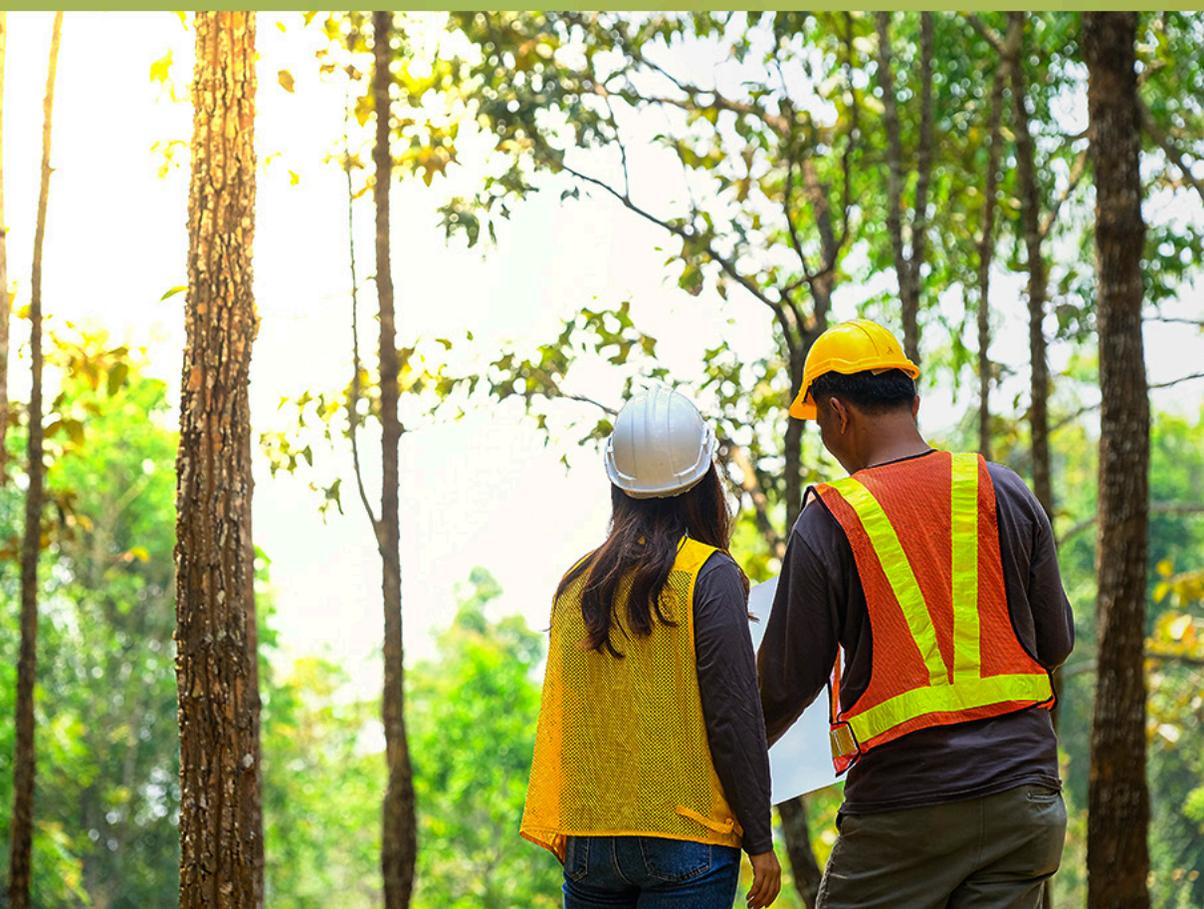


COLEÇÃO

DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA FLORESTAL 2



FELIPE SANTANA MACHADO
ALOYSIO SOUZA DE MOURA
(ORGANIZADORES)

Atena
Editora
Ano 2022

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA FLORESTAL 2



FELIPE SANTANA MACHADO
ALOYSIO SOUZA DE MOURA
(ORGANIZADORES)

Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 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 Exatas e da Terra e Engenharias**

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

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

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

Profª Drª 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 Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
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
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
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. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Coleção desafios das engenharias: engenharia florestal 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Bruno Oliveira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Felipe Santana Machado
Aloysio Souza de Moura

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia florestal 2 /
Organizadores Felipe Santana Machado, Aloysio Souza
de Moura. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-958-2

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.582220802>

1. Engenharia florestal. I. Machado, Felipe Santana
(Organizador). II. Moura, Aloysio Souza de (Organizador). III.
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



Atena
Editora
Ano 2022

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; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

A Engenharia Florestal é uma disciplina abrangente dentro da Engenharia que aborda, de modo geral, todos os aspectos fundamentais de ambientes florestais e seu entorno, visando à produção de bens provenientes de florestas naturais ou cultivadas para suprir a demanda de seus produtos, bem como conservação e preservação de água e solo, entre outras finalidades.

No Brasil, e mesmo no mundo, a Engenharia Florestal é um segmento amplo que aborda uma grande área de atuação, e suas bagagens vão desde seu manejo, ao conhecimento e entendimento de ecologia (suas interações), até a conservação e preservação.

A Engenharia Florestal e suas linhas de pesquisa são amplamente presentes no mundo atual, pois seus produtos gerados estão intimamente ligados ao cotidiano da vida humana uma vez que não conseguimos mais prosseguir sem a presença de papel, corantes, frutos, sementes, madeira, essências de perfumes, óleos, carvão, e também na produção de mudas de árvores para a restauração de áreas já exploradas e degradadas.

Este livro “Coleção desafios das engenharias: Engenharia florestal 2” é uma iniciativa internacional entre pesquisadores do Peru, Estados Unidos e Brasil, com participação da instituição peruana “Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios”, a instituição norte-americana “University of Idaho”, e as instituições brasileiras Universidade Federal do Tocantins (UFT), Instituto Federal do Tocantins (IFT), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Federal Fluminense (UFF), Universidade Estácio de Sá (UES), Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro, (CBMERJ), Prefeitura Municipal de Nova Friburgo (PMNF RJ), Universidade de Brasília (UNB), Serviço Florestal Brasileiro (SFB), Universidade Federal de Lavras (UFLA), Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Universidade Federal do Oeste do Pará (CJUR/UFOPA) e Universidade Federal de Viçosa (UFV). Este livro surge com a finalidade de destacar algumas linhas de estudos da Engenharia Florestal e para o entendimento deste segmento em micro, meso e macro escala. Portanto, serão apresentados estudos, revisões e relatos com o objetivo de alinhar temas relacionados à área.

As linhas de pesquisa incluem relevantes temáticas como inflamabilidade do Cerrado com algumas de suas respectivas espécies florestais, implicações na saúde pública do fogo em áreas rurais, importância de casas feitas de madeira legal para habitações sociais, uso de sensoriamento remoto para detecção de incêndios florestais, valoração da vazão de bacias hidrográficas pós-precipitação, valoração de serviços ecossistêmicos, entre outras.

Reiteramos que esta obra apresenta estudos e teorias bem fundamentadas e embasadas de forma a alcançar os melhores resultados para os propostos objetivos.

Desejamos que este livro auxilie estudantes, leigos e profissionais a alcançar excelência em suas atividades quando utilizarem de alguma forma os capítulos para atividades educacionais, profissionais ou preservacionistas.

Ademais, assim como o volume 1, esperamos que esta obra possa fortalecer o movimento das engenharias, instigando e incentivando profissionais e pesquisadores às práticas que contribuam para a melhoria do ambiente e das paisagens nos quais são objeto de estudo de engenheiros, aos estudantes de engenharia e demais interessados.

Felipe Santana Machado

Aloysio Souza de Moura

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

OS INCÊNDIOS FLORESTAIS NA ÁREA RURAL E SUAS IMPLICAÇÕES NA SAÚDE PÚBLICA

Alexandre Diniz Breder
Amanda Almeida Fernandes Lobosco
Humberto Rodrigues Delegave Moura
Rodrigo Cosendey Maia
Viviane Faria Novaes
Janaina Luiza dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822208021>

CAPÍTULO 2..... 9

INFLAMABILIDADE DE ESPÉCIES VEGETAIS DO CERRADO *STRICTO SENSU* NA REGIÃO SUL DO TOCANTINS

Wádilla Moraes Rodrigues
Maria Cristina Bueno Coelho
Marcos Giongo
Max Vinícios Reis de Sousa
Bonfim Alves Souza
Yandro Santa Brigida Ataíde
Francisca de Cássia Silva da Silva
Mauro Luiz Erpen
Maurílio Antonio Varavallo
Juliana Barilli
Damiana Beatriz da Silva
André Ferreira dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822208022>

CAPÍTULO 3..... 19

DETECCIÓN DE FOCOS DE CALOR MEDIANTE SENSORES REMOTOS EN BOSQUES DE LA PROVINCIA DE TAHUAMANU, AMAZONIA PERUANA (2017-2019)

Carlos Nieto Ramos
Marx Herrera-Machaca
Jorge Garate-Quispe

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822208023>

CAPÍTULO 4..... 28

VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES DEL BOSQUE EN LA COMUNIDAD INDÍGENA EL PILAR, TAMBOPATA, AMAZONIA PERUANA

Marx Herrera-Machaca
Wiliam Oliver Capa Moscoso
Sufer Baez Quispe
Karina Otsuka-Barriga
Víctor Pareja-Auquipata
Gabriel Alarcon Aguirre

Jorge Garate-Quispe

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822208024>

CAPÍTULO 5..... 40

IMPACTOS DA PRECIPITAÇÃO E DO USO DO SOLO NAS TENDÊNCIAS DAS VAZÕES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CASTELO

Breno da Silva Oliveira
Roberto Avelino Cecílio
David Bruno de Sousa Teixeira
Guilherme Barbosa Reis

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822208025>

CAPÍTULO 6..... 54

CARACTERIZAÇÃO DE HABITAÇÕES SOCIAIS EDIFICADAS NO MUNICÍPIO DE PIMENTA BUENO, ESTADO DE RONDÔNIA, AMAZÔNIA OCIDENTAL, BRASIL, A PARTIR DO PROJETO HABITAÇÃO POPULAR EM MADEIRA

Maria de Fátima de Brito Lima
Divino Eterno Teixeira
Álvaro Nogueira de Souza
Cecília Manavella
Eraldo Aparecido Trondoli Matricardi
Luís Antônio Coimbra Borges
Peter Wimmer
Júlio Eustáquio de Melo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822208026>

CAPÍTULO 7..... 67

BIOMASSA MICROBIANA E RESPIRAÇÃO BASAL DO SOLO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL EM ÁREAS DE MINERAÇÃO DE BAUXITA NO BAIXO AMAZONAS

Damares Azevedo da Silva
Rebeca Laís Câncio dos Santos
Joelma Lourenço Pereira Mendes
Fabiola Ribeiro da Silva e Silva
Jonathan Correa Vieira
Yves Caroline Andrade dos Santos
Eulina Brito Marinho
Márcia da Silva Pereira
Iolanda Maria Soares Reis
Mateus Alves de Sousa
Dayse Drielly Souza Santana Vieira
Celeste Queiroz Rossi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822208027>

CAPÍTULO 8..... 77

DINÂMICA DO CARBONO ORGÂNICO DO SOLO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL EM ÁREAS DE MINERAÇÃO DE BAUXITA NO BAIXO

AMAZONAS

Jonathan Correa Vieira
Yves Caroline Andrade dos Santos
Damares Azevedo da Silva
Rebeca Laís Cancio dos Santos
Frances Marques Moreira
Inês Ariane de Paiva Cândia
Ingrid Souza de Andrade
Andreysse Castro Vieira
Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto
Marcos Gervasio Pereira
Dayse Drielly Souza Santana Vieira
Celeste Queiroz Rossi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5822208028>

SOBRE OS ORGANIZADORES 89

ÍNDICE REMISSIVO 90

CAPÍTULO 2

INFLAMABILIDADE DE ESPÉCIES VEGETAIS DO CERRADO *STRICTO SENSU* NA REGIÃO SUL DO TOCANTINS

Data de aceite: 01/02/2022

Data de submissão: 10/01/2022

Wádilla Moraes Rodrigues

Universidade Federal do Tocantins, Curso de Engenharia Florestal
Gurupi Tocantins
<http://lattes.cnpq.br/0149734248490627>

Maria Cristina Bueno Coelho

Universidade Federal do Tocantins, Curso de Engenharia Florestal
Gurupi Tocantins
<https://orcid.org/0000-0003-0409-0624>

Marcos Giongo

Universidade Federal do Tocantins, Curso de Engenharia Florestal
Gurupi Tocantins
<https://orcid.org/0000-0003-1613-6167>

Max Vinícios Reis de Sousa

Universidade Federal do Tocantins, Curso de Engenharia Florestal
Gurupi Tocantins
<https://orcid.org/0000-0002-3509-6394>

Bonfim Alves Souza

Universidade Federal do Tocantins, Curso de Engenharia Florestal
Gurupi Tocantins

Yandro Santa Brígida Ataíde

Universidade Federal do Tocantins, Curso de Engenharia Florestal
Gurupi Tocantins
<https://orcid.org/0000-0002-7593-353X>

Francisca de Cássia Silva da Silva

Universidade Federal do Tocantins, Curso de Engenharia Florestal
Gurupi Tocantins
<https://orcid.org/0000-0003-4038-7142>

Mauro Luiz Erpen

Istituto Federal do Tocantins, Curso de Engenharia Civil
Gurupi Tocantins
<https://orcid.org/0000-0002-5144-6665>

Maurílio Antonio Varavallo

Universidade Federal do Tocantins, Curso de Engenharia Florestal
Gurupi Tocantins
<https://orcid.org/0000-0002-9113-296X>

Juliana Barilli

Universidade Federal do Tocantins, Curso de Engenharia Florestal
Gurupi Tocantins
<https://orcid.org/0000-0002-2724-4254>

Damiana Beatriz da Silva

Universidade Federal do Tocantins, Química
Gurupi Tocantins
<https://orcid.org/0000-0003-2962-9964>

André Ferreira dos Santos

Universidade Federal do Tocantins, Curso de Engenharia Florestal
Gurupi Tocantins
<https://orcid.org/0000-0003-0449-5111>

RESUMO: A inflamabilidade é um atributo da matéria em combustão. A combustão começa com uma fonte de calor que implementa uma

reação química no combustível com a presença do comburente. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o potencial das espécies *Luehea grandiflora* Mart. & Zucc. (Açoita cavalo), *Vatairea macrocarpa* (Benth.) Ducke (Amargoso), *Anacardium giganteum* W. Hancock ex Engl. (Cajú), *Campomanesia velutina* (Cambess.) O. Berg (Gariroba), *Astronium fraxinifolium* Schott (Gonçalo Alves); *Machaerium brasiliense* Vogel (Jacarandá), *Curatella americana* L (Lixeira), *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud. (Pata de vaca), *Qualea grandiflora* Mart. (Pau terra grande). Para compor cortinas de segurança. Para isso as espécies foram analisadas em função do teor de umidade, altura de chama, velocidade de propagação do fogo. Foram realizadas 50 repetições por espécie as amostras foram coletadas no fragmento de Cerrado presente na Universidade Federal do Tocantins campus Gurupi, e as queimas realizadas nas dependências do laboratório de ciências ambientais e florestais do Centro de Monitoramento Ambiental e Manejo do Fogo (CeMAF).

PALAVRAS-CHAVE: Cerrado, inflamabilidade, fogo, umidade.

FLAMMABILITY OF VEGETABLE SPECIES FROM THE STRICT SENSU CERRADO IN THE SOUTHERN REGION OF TOCANTINS

ABSTRACT: Flammability is an attribute of burning matter. Combustion starts with a heat source that implements a chemical reaction in the fuel with the presence of the oxidizer. The present work aimed to evaluate the potential of the species *Luehea grandiflora* Mart. & Zucc. (Horse whip), *Vatairea macrocarpa* (Benth.) Ducke (Amargoso), *Anacardium giganteum* W. Hancock ex Engl. (Cajú), *Campomanesia velutina* (Cambess.) O. Berg (Gariroba), *Astronium fraxinifolium* Schott (Gonçalo Alves); *Machaerium brasiliense* Vogel (Jacaranda), *Curatella americana* L (Lixeira), *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud. (Pata de vaca), *Qualea grandiflora* Mart. (Large earth stick). To compose security curtains. For this, the species were analyzed as a function of moisture content, flame height, fire propagation speed. Fifty replicates per species were performed, samples were collected in the Cerrado fragment present at the Federal University of Tocantins campus Gurupi, and the burnings were carried out in the premises of the environmental and forest science laboratory of the Center for Environmental Monitoring and Fire Management (CeMAF).

KEYWORDS: Savannah, flammability, fire, humidity.

1 | INTRODUÇÃO

Diante da relação histórica do cerrado com o fogo, o bioma evoluiu por meio de adaptações que o tornaram, em alguns casos até dependente da ação do fogo. Dessa forma, o fogo tem promovido não apenas adaptações morfológicas e fisiológicas nas plantas do Cerrado, mas também nos processos ecológicos, tendo em vista que os incêndios e as queimadas periódicas estimulam o rebrotamento, a ciclagem dos nutrientes, a frutificação e o estabelecimento de plântulas de diversas espécies (COUTINHO, 1990)

As atividades humanas podem alterar a atividade natural do fogo, uma vez que modificam os padrões de ignição e provocam os incêndios, causando transformações substanciais no ecossistema e perda de biodiversidade (BOVIO et al., 2017). As emissões de gases pelo incêndio florestal ultrapassam os limites locais, provocando impactos globais

no efeito estufa e poluição (KRUG et al., 2002). Já o Cerrado preservado absorve cerca de 2ton/ha/ano de CO₂ atmosférico e o aprovisiona em forma de Carbono na biomassa. Hoje a atmosfera conta com o dobro de carbono do que tinha antes da revolução industrial, o que tem levado a um aumento na temperatura média do planeta com efeitos catastróficas anunciadas (SCHENKEL et al., 2002; KRUG et al., 2002). Mas adiante da destruição do ambiente florestal, os incêndios causam grande poluição atmosférica levando a um alto índice de acometimento por doenças respiratórias principalmente em crianças e idosos que podem até morrer. (CASTRO et al. 2009)

Nesse sentido o entendimento das características do combustível é extremamente importante para a prevenção de incêndios, com a intenção de reduzir os impactos negativos que podem ser causados, bem como determinar a frequência e propagação de florestas incêndios (DIMITRAKOPOULOS & PAPAIOANNOU, 2001; GANTEAUME et al., 2011; VAN ALTENA et al., 2012). Consequentemente, a intensidade de um incêndio florestal possui relação direta com alguns fatores como tipo de vegetação e sua estrutura, fisiológico estado do material vegetal, tamanho de partícula (fina ou grossa), teor de umidade do material vegetal composição química, arranjo de espaço, topografia do terreno e condições climáticas (HACHMI et al., 2011; XANTHOPOULOS et al., 2012).

Seidl et al. (2017) em estudo sobre distúrbios florestais sob mudanças climáticas, afirma que para condições futuras mais quentes e mais secas, haverá um aumento dos incêndios florestais. O fogo, pode gerar danos e benefícios a um ecossistema, entretanto essa relação é influenciada por dois fatores principais: condições meteorológicas local e disponibilidade e característica do material combustível, o combustível é todo o material orgânico, vivo ou morto, no solo, sobre o solo ou acima do solo, capaz de entrar em ignição e queimar. A influência desse material no comportamento do fogo e por consequência na ação do fogo sobre o ecossistema, irá variar de acordo com suas características, tais como: disponibilidade, distribuição, tipologia (SOARES; BATISTA, 2007). Um dos principais fatores que influenciam o processo de combustão é a inflamabilidade dos combustíveis florestais. Estando associada à facilidade com que o material combustível entra em ignição, a propriedade do combustível em continuar queimando, a velocidade de queima e a quantidade de combustível consumido (HERNANDO, 2009).

A inflamabilidade é uma característica da matéria em combustão. A combustão inicia-se com uma fonte de calor que aciona uma reação química no combustível com a participação do comburente (Oxigênio presente no ar). Então, dá-se o aumento de temperatura e conseqüente liberação de calor, desestabilizando a matéria. Assim, ocorre a decomposição térmica pela quebra das moléculas em partículas menores, iniciando a pirólise. Portanto, o combustível passa para o estado gasoso antes da ignição. Os gases combustíveis desprendidos durante a pirólise influenciam sobremaneira o comportamento da queima, ao reagirem com o Oxigênio produzindo as chamas (CARVALHO et al., 2006). O material vegetal é sempre combustível, contudo nem sempre é inflamável. A

inflamabilidade varia de acordo com a espécie e com conteúdo de umidade (VÉLEZ, 2000).

Em razão da ausência de pesquisas direcionadas ao tema e como o material combustível pode influenciar na indubitabilidade ou suspensão do fogo, tendo em vista que os demais elementos clima, relevo e tempo são classificados como incontroláveis. Desta forma a compreensão das características de inflamabilidade de espécies do Cerrado pode ser considerada essencial para a prevenção dos incêndios florestais neste bioma.

2 | METODOLOGIA

As amostras foram coletadas no fragmento de Cerrado presente na Universidade Federal do Tocantins campus Gurupi, localizado a 11° 44' de latitude sul e 49°03' de longitude oeste, a 286 metros de altitude e as queimas realizadas nas dependências do laboratório de ciências ambientais e florestais do Centro de Monitoramento Ambiental e Manejo do Fogo (CeMAF). Para realização do experimento foram coletados, em toda a área externa da copa, folhas e ramos vivos com diâmetro inferior a 0,7 cm, considerados por Schroeder & Buck (1970) como combustível fino, com tempo de resposta de 1 hora (1h timelag) em relação à variação ambiental.

As espécies analisadas foram: *Luehea grandiflora* Mart. & Zucc. (Açoita cavalo), *Vatairea macrocarpa* (Benth.) Ducke (Amargoso), *Anacardium giganteum* W. Hancock ex Engl. (Cajú), *Campomanesia velutina* (Cambess.) O. Berg (Gariroba), *Astronium fraxinifolium* Schott (Gonçalo Alves); *Machaerium brasiliense* Vogel (Jacarandá), *Curatella americana* L (Lixeira), *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud. (Pata de vaca), *Qualea grandiflora* Mart. (Pau terra grande).

Foram avaliados 4 tratamentos sendo eles 0%, 33%, 66% e 100% de umidade para cada espécie, tendo sido realizada 50 repetições para cada tratamento. Cada queima foi constituída de $1 \pm 0,1$ g de material combustível verde, obtido através de uma balança de precisão. Todas os passos para a realização da queima foram executados sem entrar em contato direto com o material, com a utilização de luvas de látex, para evitar alterações em suas propriedades.

Para a realização das queimas foi utilizado o epirradiador em condições controladas sem interferência de correntes de ar para assegurar a homogeneidade das condições para todas a queimas. Para isso o mesmo foi estalado em uma capela, também foi necessária a existência de uma chama piloto, localizada no centro do disco e a 4 cm acima do mesmo e uma régua graduada (Figura 1).

Procedeu-se a análise de variância (ANOVA) para cada espécie. Foi utilizado o teste Scott-Knott (1974) ao nível de 5% de probabilidade para comparação entre médias, envolvendo todas as espécies, os cálculos estatísticos foram feitos pelos Softwares SISVAR e Excel 2010.



Figura 01 - Epirradiador, chama piloto e régua graduada.

Para definir o teor de umidade do material combustível foi utilizada a equação 1 (BATISTA, 1990), sendo a massa seca obtida através de 200 g das amostras secas levadas à estufa por 48 horas a 75 C.

$$U = \left(\frac{MU - MS}{MS} \right) * 100 \quad (1)$$

Onde:

U teor de umidade do material (%);

MU massa úmida do material no momento da coleta (g);

MS massa seca do material após estufa (g).

As propriedades da combustão analisadas, de acordo com o proposto por Petriccione (2006), foram:

- Tempo para ignição (TI): tempo trilhado até o início da combustão do material combustível;
- Frequência de ignição (FI): número de vezes em que ocorreu ignição;
- Duração da combustão (DC): tempo em que a chama transpôs acesa;
- Índice de combustão (IC): energia de combustão da queima; determinada por meio da média do comprimento da chama e classificada segundo os índices dispostos na tabela 01;
- Valor de inflamabilidade (VI): classificado mediante o FI e o TI (Tabela 02).

Índice de combustão (IC)	Designação do IC	Comprimento da chama (cm)
IC1	Muito baixa	< 1
IC2	Baixa	1 a 3
IC3	Média	4 a 7
IC4	Alta	8 a 12
IC5	Muito alta	> 12

Tabela 01 - Índices do valor de combustão.

TI (s)	Frequência de Ignição (FI)					
	< 25	25-38	39-41	42-44	45-47	48-50
> 32,5	0	0	0	1	1	2
27,6-32,5	0	0	1	1	2	2
22,6-27,5	0	0	1	2	2	2
17,6-22,5	1	1	2	2	3	3
12,6-17,5	1	1	2	3	3	4
< 12,6	1	2	3	3	4	5

Em que: FI - frequência de ignição e TI - tempo para ignição. O valor de inflamabilidade (VI) será classificado em função do número correspondente, em que: VI = 0 (fracamente inflamável); VI = 1 (pouco inflamável); VI = 2 (moderadamente inflamável); VI = 3 (inflamável); VI = 4 (altamente inflamável) ou VI = 5 (extremamente inflamável).

Tabela 02 - Índices do valor de inflamabilidade.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Analisando os resultados podemos observar para o tempo de ignição (MTI) no tratamento 0% não houve diferença significativa entre as espécies. A espécie Jacarandá obteve o maior valor no tratamento 33%, diferindo assim das demais espécies conforme apresentadas na tabela 3. No tratamento 66% a espécie Pata de vaca obteve maior valor para o tempo de ignição e o Caju o menor valor. Já no tratamento 100% a espécie que teve maior média foi a Gabiroba.

VR	ESPECIE	0%	33%	66%	100%
MTI	Açoita Cavallo	2,08 Aa	6,15 Bb	8,85 Bb	15,19 Bc
	Amargoso	3,06 Aa	8,31 Bb	9,66 Bb	9,59 Ab
	Cajú	4,13 Aa	7,72 Ba	6,11 Ab	9,30 Ab
	Gabiroba	2,30 Aa	8,19 Bb	9,98 Bb	14,05 Bc
	Gonçalo alves	2,42 Aa	9,63 Bb	10,91 Bb	10,27 Ab
	Jacarandá	1,87 Aa	4,26 Aa	9,91 Bb	12,08 Bb
	Lixeira	2,51 Aa	10,35 Bb	10,45 Bb	9,47 Ab
	Pata de vaca	2,81 Aa	9,62 Bb	14,81 Cc	13,11 Bc
MDC	Pau terra grande	2,017 Aa	8,46 Bb	7,67 Bb	10,96 Ab
	Açoita Cavallo	11,96 Bb	15,48 Dc	11,13 Cb	7,85 Ba
	Amargoso	7,31 Ab	6,44 Ab	4,22 Aa	2,20 Aa
	Cajú	8,30 Ab	7,55 Ab	4,53 Aa	2,54 Aa
	Gabiroba	9,00 Aa	10,69 Cb	12,16 Cb	8,09 Ba
	Gonçalo alves	10,22 Bc	6,19 Ab	3,28 Aa	2,88 Aa
	Jacarandá	9,01 Ab	11,65 Cc	10,88 Cc	6,72 Ba
	Lixeira	10,63 Bc	9,17 Bc	5,30 Ab	2,06 Aa
MHC	Pata de vaca	11,27 Bc	10,14 Cc	6,84 Bb	3,85 Aa
	Pau terra grande	12,36 Bc	10,33 Cc	6,71 Bb	3,18 Aa
	Açoita Cavallo	38,44 Bc	27,82 Bb	30,72 Cb	11,22 Aa
	Amargoso	44,90 Cc	23,76 Ab	22,56 Bb	8,98 Aa
	Cajú	32,62 Ac	21,76 Ab	12,90 Aa	8,16 Aa
	Gabiroba	43,82 Cb	26,44 Ba	24,28 Ba	20,36 Ca
	Gonçalo alves	40,18 Bc	24,08 Ab	15,46 Aa	13,64 Ba
	Jacarandá	51,10 Dc	35,90 Cb	22,04 Ba	19,92 Ca
	Lixeira	38,10 Bc	23,78 Ab	10,20 Ba	5,64 Aa
	Pata de vaca	40,24 Bc	26,60 Bb	22,28 Bb	14,90 Ba
	Pau terra grande	38,74 Bc	20,78 Ab	10,70 Aa	8,58 Aa

Tabela 03 - Valores médios das variáveis de inflamabilidade.

Na média de duração de combustão (MDC) no tratamento 0% as espécies Açoita cavalo, Gonçalo Alves, Lixeira, Pata de vaca e Pau-terra-grande obtiveram as maiores médias, no tratamento 33% as espécies Amargoso e Gonçalo Alves tiveram menor média em destaque Açoita Cavallo que obteve a maior média. Já no tratamento 66% as espécies Açoita cavalo, Gabiroba e Jacarandá tiveram maiores médias em relação ao Amargoso,

Caju, Gonçalves Alves e Lixeira. No tratamento 100% as espécies Açoita cavalo e Jacarandá apresentaram os maiores valores. Neves (2016) relatou que a diferença nos teores de umidade das espécies pode estar concernente ao estado fisiológico das espécies e ao comportamento na manutenção de suas folhas.

Na média de altura de chama (MHC) para os tratamentos 0% e 33% a espécie Jacarandá obteve destaque, sendo esta a espécie com maior valor de altura de chama. No tratamento 66% a espécie Açoita cavalo obteve maior média. No tratamento 100% as maiores médias foram das espécies Gabiroba e o Jacarandá.

As variáveis que induzem no comportamento do fogo, sobreveste o tempo para ignição e o comprimento inicial da chama, estão associadas ao teor de umidade dos materiais combustíveis (HERNANDO, 2009). Essa afirmação, examina se que a espécie que apresentou baixo teor de umidade, porém a espécie jacarandá apresentou alto teor de umidade e parâmetros da queima elevados.

Geralmente a umidade foliar chega a 300% no período de folheação do vegetal e decresce para cerca de 50% devido ao processo de senescência foliar, e juntamente aos óleos essenciais voláteis, a umidade dificulta a absorção de energia pelo material durante o processo de combustão, influenciando diretamente na inflamabilidade (SOARES; BATISTA, 2007; WHITE; ZIPPERER 2010).

Para esse fim podemos considerar ainda, que as amostras foram coletadas ao decorrer dos meses de setembro, outubro e novembro. Por tanto outubro e novembro (período chuvoso), o que eventualmente esclareceria esse alto teor de umidade em todas espécies estudadas. Rodriguez et al. (2016) informou que a umidade do material em análise é de extrema importância para a interpretação dos resultados.

4 | CONCLUSÕES

As espécies Garioba, Gonçalves Alves apresentaram melhores resultados em relação às variáveis de inflamabilidade. Entretanto, as espécies (Açoita cavalo, Amargoso, Caju, Lixeira, Pata de vaca e Pau terra grande) foram classificadas como fracamente inflamáveis, enquanto Jacarandá demonstrou ser inflamável, indicando, em princípio, potencial das mesmas para uso em cortinas de segurança na prevenção de incêndios florestais.

REFERÊNCIAS

BATISTA, A. C. **Incêndios florestais**. Recife: Imprensa Universitária da UFRPE, 115 p. 1990.

BOVIO, G.; MARCHETTI, M.; TORNARELLI, L.; SALIS, M.; VACCHIANO, G.; LOVREGGIO, R.; ELIA, M.; FIORUCCI, P.; ASCOLI, D. Forest fires are changing: let's change the fire management strategy. **Forest@**, v. 14, p. 202-205, 2017.

CASTRO, H. A, GONÇALVES, K. S., HACON, S. S. Tendência da mortalidade por doenças respiratórias em idosos e as queimadas no Estado de Rondônia/Brasil – período entre 1998 e 2005. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.14, n. 6, p. 2083-2090, 2009.

COUTINHO, L. M. O cerrado e a ecologia do fogo. **Ciência hoje**, v.12, n.68, p. 23-30, 1990.

DIMITRAKOPOULOS, A.P.; PAPAIOANNOU, K.K. Flammability assessment of mediterranean forest fuels. **Fire Technology**, v. 37, n. 2, p. 143–152, 2001.

GANTEAUME, A.; JAPPIOT, M.; LAMPIN-MAILLET, C.; CURT, T.; BORGNIET, L. Effects of vegetation type and fire regime on flammability of undisturbed litter in Southeastern France. **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 12, p. 2223–2231, 2011.

HACHMI, M.; SESBOU, A.; BENJELLOUN, H.; HANDOUZ, N.E.; BOUANANE, F. A simple technique to estimate the flammability index of moroccan forest fuels. **Journal of Combustion**, v. 2011.

HERNANDO, C. L. Combustibles forestales: inflamabilidad. In: Vélez, R. M. (Coord). La defensa contra incendios forestales: fundamentos y experiencias, 2. ed. **Espanha: Mcgrawhill**, 2009.

KRUG, T.; FIGUEIREDO, H. B.; SANO, E. E.; ALMEIDA, C. A.; SANTOS, J. R.; MIRANDA, H. S.; SATO, M. N.; ANDRADE, S. M. A. (2002). Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa. Relatórios de referência. Emissões de gases de efeito estufa da queima de biomassa no Cerrado não-antrópico utilizando dados orbitais. Ministério da Ciência e **Tecnologia, Brasília**.

MAIROTA, P.; SVOBODA, M.; FABRIKA, M.; NAGEL, T. A.; REYER, C. P. O. Forest disturbances under climate change. **Nature Climate Change**, v. 7, n. 6, p. 395-402, 2017.

NEVES, P. C. **Avaliação da inflamabilidade de cinco espécies da floresta ombrófila mista**. 2016. Trabalho de conclusão de curso – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

RODRIGUEZ, Y. C.; RODRIGUEZ, M. P. R.; MESA, F. J.; HERNÁNDEZ, Y. C.; BECERRA, L. W. M. Inflamabilidad de especies vegetales del ecosistema de pinares. *Revista Cubana de Ciencias Forestales: CFORES*, v. 4, n. 1, p. 5, 2016.

SCHROEDER, M. J.; BUCK, C. C. Fire weather. Washington, DC: **USDA Forest Service**, 1970.

SCHENKEL, C. S.; BRUMMER, B. M.; FELIZOLA, E. R. (2002). Vegetação do Distrito Federal: tempo e espaço. Uma avaliação multitemporal da perda de cobertura vegetal no DF e da diversidade florística da Reserva da Biosfera do Cerrado – Fase 1– 2.ed. – Brasília: UNESCO.

SEIDL, R.; THOM, D.; KAUTZ, M.; MARTIN BENITO, D.; PELTONIEMI, M.; VACCHIANO, G.; WILD, J.; ASCOLI, D.; PETR, M.; HONKANIEMI, J.; LEXER, M. J.; TROTSIUK, V.; MAIROTA, P.; SVOBODA, M.; FABRIKA, M.; NAGEL, T. A.; REYER, C. P. O. Forest disturbances under climate change. **Nature Climate Change**, v. 7, n. 6, p. 395-402, 2017.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Incêndios florestais: controle, efeitos e uso do fogo**. Curitiba, 2007. 264 p.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F. **Incêndios florestais**: controle, efeitos e uso do fogo. Curitiba, 2ª edição revisada, 2017. 255 p.

SOUZA, A. S. **Levantamento de plantas de baixa inflamabilidade em áreas queimadas de cerrado no Distrito Federal e análise das suas propriedades físicas**. 2015. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ciências florestais) - Departamento de engenharia florestal, Faculdade de Tecnologia, Brasília.

VAN ALTENA, C.; VAN LOGTESTIJN, R. S. P.; CORNWELL, W. K.; CORNELISSEN, J. H. C. Species composition and fire; non-additive mixture effects on ground fuel flammability. **Frontiers in Plant Science**, v. 3, p.1-10, 2012

VÉLEZ, R. La defensa contra incendios forestales. **Fundamentos y experiencias**. Madrid: McGraw Hill, 2000. 780 p.

WHITE, R. H.; ZIPPERER, W. C. Testing and classification of individual plants for fire behaviour: plant selection for the wildland–urban interface. **International Journal of Wildland Fire**, v.19, n. 2, p. 213-227, 2010.

XANTHOPOULOS G.; CALFAPIETRA C.; FERNANDES P. Fire hazard and flammability of European forest types. In: MOREIRA F.; ARIANOUTSOU M.; CORONA P.; DE LAS HERAS J. (Eds.) **Post-fire management and restoration of Southern European Forests**. Dordrecht: Springer, 2012. p. 79-92. (Managing Forest Ecosystems, 24).

ÍNDICE REMISSIVO

B

Biodiversidade 2, 4, 10, 69, 70, 79

C

Ciência 17, 75, 76, 77, 87, 88

Conservação 55, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 89

E

Ecology 17

Economic valuation 29

Environmental services 29

F

Forest fire 2

G

Gestão ambiental 89

I

Impacts of precipitation 40

Indigenous community 29

M

Management 10, 16, 17, 18, 52

Meio ambiente 3, 54, 56, 59, 69, 75, 79, 87

N

Nature 17, 27

P

Peruvian Amazon 19, 29

Precipitação 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 71

Preservação 84

Public health 2

S

Social 29, 54, 55, 56, 65

Sustentabilidade 58, 59

T

Temperatura 11

W

Water management 52

COLEÇÃO

DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA FLORESTAL 2

A grayscale photograph of two forestry engineers in a forest. They are wearing hard hats and safety vests, looking towards the trees. The background is a dense forest with many trees.

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

COLEÇÃO

DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA FLORESTAL 2

- 
- A photograph of two forestry engineers in a forest. One is wearing a white hard hat and a yellow safety vest, and the other is wearing a yellow hard hat and an orange safety vest. They are looking at a document together.
-  www.atenaeditora.com.br
 -  contato@atenaeditora.com.br
 -  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 -  www.facebook.com/atenaeditora.com.br