

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

JÂMILLE SILVA ARAUJO

ESPÉCIES FLORESTAIS COM POTENCIAL
DE UTILIZAÇÃO EM ACEIROS VERDES

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO

2022

JÂMILLE SILVA ARAUJO

ESPÉCIES FLORESTAIS COM POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO EM
ACEIROS VERDES

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2022

JÂMILLE SILVA ARAUJO

ESPÉCIES FLORESTAIS COM POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO EM
ACEIROS VERDES


Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Florestal.

Aprovada em 21 de dezembro de 2022


COMISSÃO EXAMINADORA




Dr. Nilton Cesar Fiedler
DCFM/CCA - UFES
Orientador

 Documento assinado digitalmente
FERNANDA MOURA FONSECA LUCAS
Data: 21/12/2022 11:06:09-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Msc. Fernanda Moura Fonseca Lucas
DCFM/CCA – UFES
Coorientadora

 Documento assinado digitalmente
MARIANA DE AQUINO ARAGAO
Data: 21/12/2022 11:32:04-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Msc. Mariana de Aquino Aragão
DCFM/CCA – UFES
Examinadora

 Documento assinado digitalmente
ANTONIO HENRIQUE CORDEIRO RAMALHO
Data: 21/12/2022 10:01:40-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Dr. Antônio Henrique Cordeiro Ramalho
UNIFESSPA
Examinador

Aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Janete Roza da Silva Araujo Contreiras, por ter me incentivado e não me deixado desistir.

Ao meu pai, Elzimar Jafet Araujo, por sempre ter acreditado em mim.

Ao meu melhor amigo, Jean Cesar Premoli Bernabé, por ter estado comigo todos os anos e ter me amado, me apoiado e por não me deixar sozinha em todos os momentos em que achei que não iria conseguir.

Aos meus irmãos, Franciele Silva Ferreira e Esdras Silva Araujo, por terem escutado todas as minhas reclamações e mesmo assim sentirem orgulho de quem me tornei.

Ao meu segundo pai, José Antônio Martins Contreiras, por ter me acolhido como uma filha.

Ao meu amigo, Breno Benvindo dos Anjos, por ter me ajudado sempre que precisei.

Aos meus colegas de turma que sofreram, riram e me fizeram feliz por todo o tempo que eu estive em Alegre.

Aos meus professores, Drº Fabrício Gomes Gonçalves e Drº Djeison Cesar Batista, por terem me ensinado como estudar e as dicas de como escrever que jamais esquecerei.

Ao meu orientador, Drº Nilton Cesar Fiedler, pelo incentivo e por todo o conhecimento que compartilhou comigo.

Ao doutor, Antônio Henrique Cordeiro Ramalho, por ter me ensinado tanto.

A doutoranda Mariana de Aquino Aragão por tudo o que me ajudou.

Agradeço especialmente a doutoranda Fernanda Moura Fonseca Lucas, sem você nada disso seria possível. Serei eternamente grata.

RESUMO

A efetividade das técnicas contra incêndios florestais pode ser alcançada por meio da compreensão das características básicas do combustível presente. O material combustível florestal é um fator determinante para a propagação do fogo, pois possui potencial inflamável diferente devido as diversas formas de composição, o que pode interferir no comportamento, manejo e controle de incêndios. Por meio de estudos específicos destinados a frações de biomassa que compõe este material, a inflamabilidade de espécies pode ser determinada. A análise de características vegetais e identificação de fatores que influenciam na inflamabilidade ajudam na determinação de espécies potenciais para serem instaladas como barreiras, sendo uma técnica de silvicultura preventiva conhecida como aceiros verdes. Essa medida preventiva é utilizada para diminuir e/ou atrasar incêndios no meio urbano e rural. Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi analisar traços funcionais foliares de espécies florestais a fim de determinar a inflamabilidade e por consequência, indicar as de maior potencial para formação de aceiros verdes. Para tal, foram mensuradas características físicas de materiais foliares (largura, espessura, comprimento, área foliar e massa inicial) e tempo de ignição de espécies encontradas na Área Experimental do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, cidade de Jerônimo Monteiro, ES. Os materiais foliares foram separados em dois tratamentos (fresco úmidos e secos em estufa), e submetidos a temperatura de 500 °C na mufla com porta aberta, onde houve medição do tempo de ignição. Os resultados foram analisados por meio do teste de Scott Knott ($P < 0,05$), onde houve resultado significativo na interação espécie x umidade da folha para a variável tempo de ignição, no entanto, ao avaliar a influência das características das folhas com o tempo de ignição por meio da correlação de Pearson, concluiu-se que não há correlação significativa entre traços funcionais e ignição das espécies avaliadas. Apesar disso, entre as espécies estudadas, foi possível identificar quais possuem maior potencialidade para compor aceiros verdes. Para complementar este estudo, recomenda-se a análise química das espécies utilizadas nesse experimento de modo a melhor correlacioná-las com a inflamabilidade.

Palavras-chave: Proteção florestal; silvicultura preventiva; Manejo do Fogo.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1. OBJETIVOS.....	12
1.1.1. Objetivo geral	12
1.1.2. Objetivos específicos.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1. INCÊNDIOS FLORESTAIS E O COMPORTAMENTO DO FOGO	13
2.2. EFEITOS DOS INCÊNDIOS	14
2.3. MATERIAL COMBUSTÍVEL FLORESTAL	15
2.4. SILVICULTURA PREVENTIVA: A AÇÃO DOS ACEIROS VERDES..	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1. ÁREA DE ESTUDO	20
3.2. ESPÉCIES SELECIONADAS	20
3.2.1. Jequitibá-rosa	22
3.2.2. Amburana-de-cheiro	23
3.2.3. Ipê-amarelo	23
3.2.4. Jatobá.....	23
3.2.5. Urucum.....	24
3.2.6. Ingá-de-metro	24
3.2.7. Sapucaia	24
3.2.8. Murta-de-cheiro	24
3.3. COLETA DE DADOS	25
3.4. ANÁLISE DOS DADOS.....	27
4. RESULTADOS	27
4.1. IGNIÇÃO.....	28
4.2. CORRELAÇÃO ENTRE OS TRAÇOS FOLIARES E IGNIÇÃO.....	30
5. CONCLUSÕES	33
6. REFERÊNCIAS	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação das espécies utilizadas no experimento quanto a origem, porte e classe ecológica.....	22
Tabela 2: Níveis de significância da análise de variância (ANOVA) para as variáveis avaliadas.....	27
Tabela 3: Tempo médio de ignição do material foliar das espécies estudadas.	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Área protegida por aceiros verdes utilizado para redução da velocidade do vento.	17
Figura 2: Mecanismos de supressão do fogo em aceiros verdes pela diversificação da massa florestal.....	18
Figura 3: Material foliar das espécies utilizadas no teste de inflamabilidade. ..	21
Figura 4: Coleta dos dados de largura, espessura, comprimento e massa inicial do material foliar.	25
Figura 5: Sequência da ignição do material foliar para coleta do dado de tempo de ignição.	26
Figura 6: Correlação de Pearson entre as variáveis para material foliar seco.	30
Figura 7: Correlação de Pearson entre as variáveis para material foliar úmido.	32

1. INTRODUÇÃO

Os incêndios florestais são uma das principais causas de danos aos ecossistemas, principalmente em regiões que sofrem pressão para que novas áreas sejam destinadas a atividades agropecuárias (BATISTA, 2004). Entre os danos acometidos pelos incêndios, a poluição atmosférica e as mudanças climáticas são os que causam maiores impactos direto ao meio ambiente e provoca agravamentos de doenças na população (BATISTA, 2004; CLEMENTE; OLIVEIRA; LOUZADA, 2017).

Para a ocorrência dos incêndios, as condições necessárias para o processo de combustão podem ser fundamentadas por meio do tetraedro do fogo. Na teoria do tetraedro do fogo para que ocorra a combustão é necessário a presença de combustível, energia, comburente e reação em cadeia simultaneamente (LOURENÇO et al., 2006). Em ambientes florestais, os combustíveis são galhos, folhas, serapilheira, gramíneas, arbustos, árvores e madeiras depositadas no solo, a energia necessária para o início e propagação dos incêndios é o calor e o comburente mais comum e abundante no ar atmosférico é o gás oxigênio (O_2) (FIEDLER; SANT'ANNA; RAMALHO, 2020).

Sendo assim, segundo os autores Fiedler, Sant'Anna e Ramalho (2020) e Lourenço et al. (2006), o combustível é necessário para queimar, o oxigênio para manter as chamas, o calor para iniciar e continuar o processo e a reação em cadeia persistirá enquanto existir combustível, calor e oxigênio em proporções convenientes para que haja a combustão, que é essencial para a propagação do incêndio. O material combustível onde há propagação do fogo pode ser determinante para a dimensão de um incêndio.

Uma das técnicas utilizadas para minimizar a magnitude do fogo é a implantação de aceiros verdes. Segundo os autores Haltenhoff (2006) e Kovalsyki et al. (2019), a inserção de aceiros verdes, também conhecidas como cortinas de segurança, barreiras e cinturões verdes, é proposta pela silvicultura preventiva e trata-se de um “plantio em faixas com espécies de menor inflamabilidade do que as do cultivo principal, com o objetivo de reduzir ou evitar a propagação do fogo”. A implantação de aceiros verdes e a utilização de espécies pouco inflamáveis em espaços públicos e propriedades privadas reduz a probabilidade de que residências e áreas próximas sejam danificadas pelo fogo (LUCAS et al., 2021).

Uma das maiores dificuldades em se implantar os aceiros verdes trata-se da identificação de espécies adequadas para a formação dessa estrutura, pois a capacidade do fogo de se propagar pela vegetação depende da inflamabilidade da espécie utilizada (JUNQUEIRA, 2017). Esta inflamabilidade pode ser avaliada por meio de variáveis associadas a ignição, como início da chama, sustentabilidade da chama, altura da chama e combustibilidade, que mede a capacidade da chama prosseguir, e pela combustibilidade, ou velocidade de combustão do material combustível.

Para a substituição da vegetação suscetível por espécies de baixa inflamabilidade que possam inibir a propagação do fogo algumas características são preferíveis como tolerância a seca, alta quantidade de nervação nas folhas (referência ao transporte de água foliar), alto teor de umidade, alto potencial produtivo, tolerância à seca, baixo nível de resinas ou óleos voláteis, copa densa, crescimento rápido e folhas coriáceas (KOVALSYKI et al., 2019; RIBEIRO et al., 2007; SOUZA; VALE, 2019). Essas características são importantes para determinar o potencial das espécies para serem utilizadas como aceiros verdes e indicam o potencial de inflamabilidade das plantas e podem ser utilizadas para medir o desempenho das espécies durante um incêndio (JUNQUEIRA, 2017).

Reconhecer características que estejam ligadas a esta inflamabilidade constitui-se de um parâmetro importante para facilitar na seleção de espécie, podendo ser avaliada em laboratório por meio da queima de partes ou da planta inteira (JUNQUEIRA, 2017). Quanto maior a inflamabilidade de uma espécie, mais rápido o fogo irá se propagar.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo geral

Identificar espécies florestais com potencial de utilização em aceiros verdes.

1.1.2. Objetivos específicos

- Verificar diferença da inflamabilidade entre os materiais combustíveis úmidos e secos;
- Verificar se há correlação entre as características físicas foliares, como comprimento, largura, espessura e massa, e a inflamabilidade das espécies;
- Indicar espécies florestais de menor inflamabilidade com potencial de utilização em aceiros verdes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. INCÊNDIOS FLORESTAIS E O COMPORTAMENTO DO FOGO

Um incêndio florestal é todo fogo sem controle que incide em uma vegetação e que pode ser originado de forma intencional, acidental ou natural (FIEDLER; SANT'ANNA; RAMALHO, 2020). De forma natural, os incêndios podem advir de raios, vulcões e combustão espontânea. Os incêndios acidentais podem ser causados por faíscas, como por exemplo problemas em redes de energia elétrica e queimas para limpeza que fogem do controle. Os intencionais ocorrem quando provocados propositalmente por alguma ação humana (FIEDLER; SANT'ANNA; RAMALHO, 2020).

Os incêndios florestais e o uso do fogo em sistemas agrícolas provocam o desequilíbrio dos ecossistemas (CASTRO et al., 2009). Vale ressaltar que cada ecossistema carrega um histórico evolutivo de interações com o fogo e características peculiares de resistência às alterações, podendo variar na intensidade dos impactos sofridos pela ação do fogo (LOUZADA et al., 2003).

Um fator importante para conter e controlar o fogo é o conhecimento de como ele se comporta no local afetado e a compreensão do material combustível. Para Batista et al. (2012) os estudos de comportamento do fogo compreendem a forma que o fogo surge desde o início de sua combustão, no desenvolvimento das chamas, propagação e os fatores externos (ou climáticos) que estão relacionados., como a temperatura da região, a precipitação, a umidade relativa do ar, a velocidade do vento, a disponibilidade de recursos hídricos nas proximidades que juntos podem influenciar na prevenção, ignição, propagação e a perda de controle dos incêndios (NUNES, 2005). Para Macedo e Sardinha (1985) o comportamento do fogo é o resultado da união de fenômenos ligados à combustão e que podem apresentar variações, pois o fogo possui características que podem agir em escalas maiores. Esse comportamento durante a queima indica a ação do fogo, ressaltando a velocidade e intensidade de queima.

Seger et al. (2012) enfatizam que o material combustível constituído por biomassa vegetal e que é encontrado em condições favoráveis podem ser propícios para a queima e conseqüentemente resultar em incêndios florestais. A ignição e

propagação do fogo são influenciados por variações dos fatores no espaço e tempo, incluindo a distribuição espacial onde ocorre (RODRIGUES, 2009).

2.2. EFEITOS DOS INCÊNDIOS

O uso do fogo indevido é um problema que tem ganhado força para a diminuição de florestas tropicais no mundo. O aumento de emissão de gases de efeito estufa, principalmente do dióxido de carbono (CO₂) pelas ações humanas, desencadeia o aumento da temperatura do planeta, o que pode comprometer o futuro. Entre os anos de 2010 e 2018, cerca de 1,06 bilhões de toneladas de CO₂ por ano foram lançados na atmosfera por meio de queimas na Amazônia (CASEMIRO, 2021). As queimas estão fortemente inseridas para a expansão de áreas agrícolas devido à baixa oferta de mão de obra, baixa lucratividade agrícola, ausência de alternativas viáveis economicamente e a baixa qualidade do solo para a agricultura, o que faz com que o uso do fogo se torne predominante nas atividades agropecuárias por ser a técnica mais rápida e viável financeiramente (NEPSTAD et al., 1999).

O processo de derrubada de árvores e queimadas é o meio mais utilizado para a preparação do solo, predominante em pequenas e médias propriedades para executar o plantio de culturas e para limpeza de pastagens (HOMMA et al., 1993). O fogo também é utilizado para estimular o crescimento de gramíneas forrageiras de pastos e para eliminação de plantas invasoras lenhosas que ocupam estas paisagens. Sem a utilização do fogo, os proprietários teriam que investir em máquinas pesadas para remoção de árvores derrubadas e roçar com facões as ervas daninhas que ocupam estes ambientes, o que para eles não é a melhor opção devido ao custo e tempo de execução da tarefa (ALENCAR et al., 1997; NEPSTAD et al., 1999).

A utilização do fogo nas pastagens, quando há perda de controle, causa inúmeras consequências para os fazendeiros e agricultores. Os incêndios acidentais podem destruir plantações e bens materiais, como equipamentos, máquinas, cercas e casas, causando grandes prejuízos econômicos pela perda dos altos investimentos realizados nos cultivos, aquisições e construções (DIAZ et al., 2002). A rapidez e eficiência na detecção e monitoramento dos incêndios florestais reduz os custos nas operações de combate e atenuação dos danos (BATISTA, 2004).

Além dos prejuízos aos produtores rurais, os incêndios florestais causam prejuízos para a sociedade em geral, afetando diretamente a qualidade do ar da região onde ocorre. A elevada quantidade de CO₂ no ar provocado pela fumaça traz consequências para a saúde humana, aumentando o número de casos de bronquite, asma e dentre outras doenças respiratórias (DIAZ et al., 2002). Segundo Diaz et al. (2002), a fumaça provocada pelos incêndios florestais também pode provocar o fechamento dos aeroportos da região, ocasionando prejuízos econômicos nas empresas de aviação local. O transporte terrestre também pode ser afetado devido a fumaça atrapalhar a visibilidade dos motoristas e provocar acidentes de trânsito colocando em risco a vida de motoristas, passageiros e pedestres.

Ao meio ambiente, os incêndios florestais causam prejuízos no solo, no sistema hidrológico, nas características do clima regional e na sua biodiversidade. O fogo acaba destruindo a vegetação, deixando exposto o solo à força erosiva das chuvas, ocasionando assoreamento dos corpos d'água e aumento de inundações (ROSENFELD, 1999).

2.3. MATERIAL COMBUSTÍVEL FLORESTAL

Material combustível florestal é todo ou qualquer material de origem orgânica presente no solo e na superfície da floresta que apresenta capacidade de queima ou de ignição, podendo se encontrar distribuído no meio em diferentes tamanhos, formas, tipos, quantidades e com a taxa de umidade variável (SOARES; BATISTA; NUNES, 2008). A quantidade deste material combustível trata-se de um dos fatores determinantes para a propagação do fogo em determinada área, assim como a quantidade de calor que é liberada durante o processo de queima (SOARES; BATISTA, 2007). Outro parâmetro importante para estimativas das características relacionadas ao fogo é a umidade dos materiais combustíveis em conjunto com a velocidade de propagação e intensidade (YEBRA et al., 2006).

Existem três tipos de classificações quanto aos combustíveis florestais: perigosos, semiperigosos e verdes. Os perigosos são encontrados em estado seco e são finos, como galhos que possuem diâmetros menores que 1 cm, folhas, líquens e gramíneas. Os semiperigosos são representados por materiais lenhosos, como troncos e/ou tocos de árvores, galhos apresentando diâmetro maiores que 1 cm, o

húmus e turfa. Os combustíveis florestais verdes, ou materiais verdes, são constituídos por vegetação viva que possuem elevado teor de umidade, tornando mais difíceis de serem queimados (SOARES; BATISTA; NUNES, 2008).

. Ao analisarmos o tetraedro do fogo o material combustível é o único controlável devido a caracterização pelo tipo, quantidade e a distribuição deste ao longo da área (BEUTLING, 2005), e com a ausência desse material não ocorre a combustão e conseqüentemente não há propagação dos incêndios florestais (SOARES, 1979). Os combustíveis florestais podem ser avaliados quanto sua localização no interior do estrato florestal e auxiliam com informações importantes, como o tipo de incêndio que pode ocorrer naquela área e aspectos essenciais que podem interferir diretamente no comportamento do fogo

Fosberg et al. (1981) relatam que pode ocorrer inúmeras combinações da forma, tamanho e arranjo dos materiais combustíveis encontrados no solo, e que o clima e umidade contribuem para a variação do comportamento do fogo. Skarpe (1992) enfatiza que fatores como o material combustível e o período de seca colaboram para ocorrer incêndios.

2.4. SILVICULTURA PREVENTIVA: A AÇÃO DOS ACEIROS VERDES E SEUS BENEFÍCIOS

Com o propósito de proteção contra incêndios florestais foi criado a silvicultura preventiva, que é o manejo da modificação do material combustível do ambiente (HALTENHOFF, 2006). Uma das técnicas propostas pela silvicultura preventiva são os aceiros verdes, também denominadas de cortinas de segurança, cerca viva ou quebra-ventos (Figura 1).

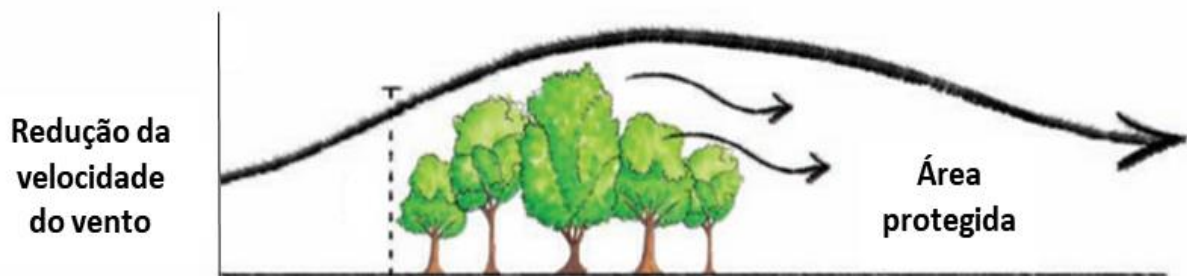


Figura 1: Área protegida por aceiros verdes utilizado para redução da velocidade do vento.

Fonte: Adaptado de Guarino et al. (2018).

Os aceiros verdes são determinados com o uso de espécies que possuam menor inflamabilidade, instaladas em faixas perpendiculares ao vento, podendo ser estabelecidas nas margens de estradas, ao redor de propriedades rurais e plantios, possibilitando a diversificação do material vegetal. A utilização de mistura de espécies como aceiros verdes contribuem para diversificar o material combustível (SOARES, 2000). Para Cui et al. (2019), a seleção de espécies com maior probabilidade de serem eficazes em aceiros verdes considera quatro categorias: características ecológicas, silviculturais e econômicas.

A característica ecológica inclui traços funcionais como taxa de crescimento, resistência a seca e capacidade de rebrota após o fogo, características que são afetadas pelo ambiente, como inflamabilidade, ervas daninhas e biodiversidade, e a preferência do habitat da espécie. As características silviculturais são quaisquer características que envolva e/ou afete o crescimento da espécie. E as características econômicas envolve o valor econômico da espécie. Batista et al. (2012) ressaltam que as características silviculturais possuem finalidade de proteger ativos que estão sob risco de fogo, e considera alguns fatores ambientais como solo, topografia, direção do vento e inflamabilidade das espécies no planejamento dos aceiros.

A diversificação de massa florestal é outra técnica silvicultural com eficácia e recomendada na proteção contra o fogo (Figura 2). Essa técnica possibilita a quebra da continuidade de apenas uma vegetação, principalmente se tiver alta

inflamabilidade, o que afeta na propagação do fogo, elevando as chances de combate aos incêndios florestais (MOTTA, 2008).

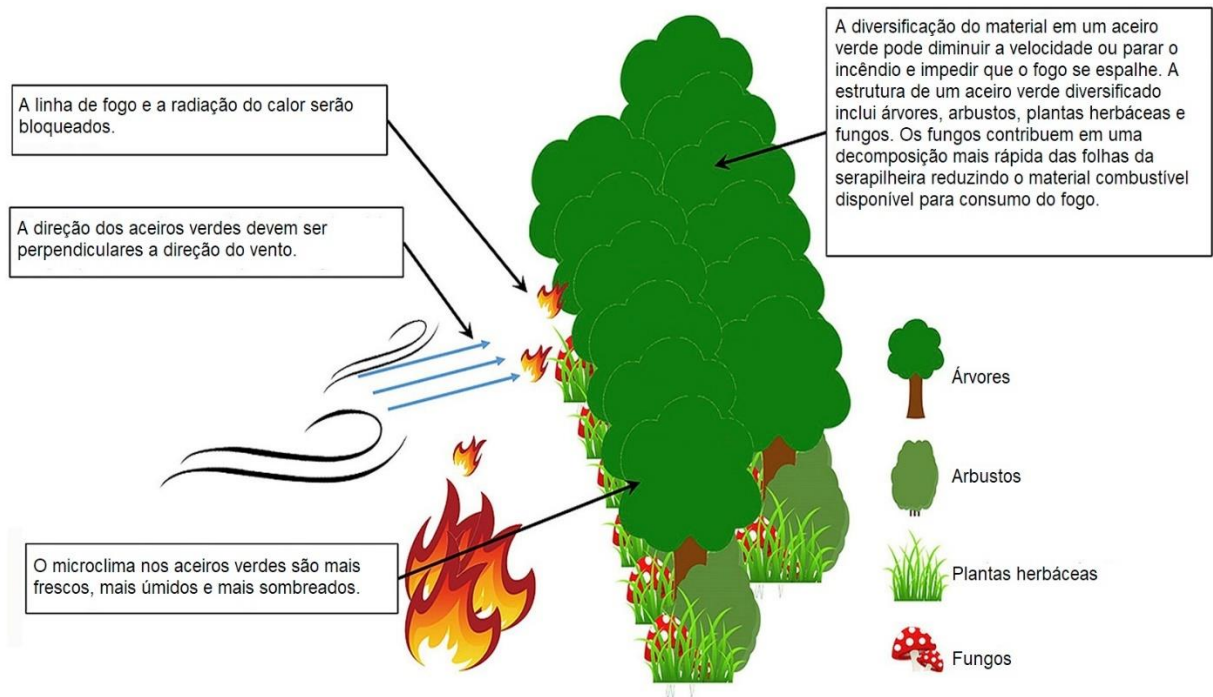


Figura 2: Mecanismos de supressão do fogo em aceiros verdes pela diversificação da massa florestal.

Fonte: Adaptado de Cui et al. (2019).

Técnicas de proteção contra o fogo como as adotadas na silvicultura preventiva são essenciais para minimizar a ocorrência desses incêndios. Para Soares (2000), o manejo do material combustível por meio da utilização de plantas como aceiros verdes é de grande importância para a silvicultura preventiva. Em estudos realizados por Ribeiro et al. (2007) foi comprovado que plantas como o sansão do campo e o hibisco são espécies, dentre as avaliadas, que apresentaram os melhores resultados para atuar como barreiras contra o fogo.

Além da proteção contra o fogo em incêndios, os aceiros verdes atenuam efeitos sonoros e o odor, reduzem a perspectiva visual negativa em áreas urbanas, reduzem a erosão eólica e amenizam condições climáticas locais, como altas temperaturas e ventos fortes que aumentam a evapotranspiração das plantas e a perda de umidade do solo, contribuindo para a morte ou o fraco desenvolvimento das plantas por escassez de água. Também pode ser enumerado o uso de aceiros verdes

para o cerceamento para controle ou inibição de trânsito de pessoas e de animais, a proteção de mananciais, estabilização de encostas, recuperação de áreas de proteção permanente, controle de espécies invasoras, proteção climática, sombreamento, barreira fitossanitária e paisagismo (GUARINO et al., 2018).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDO

A coleta de material foliar de espécies arbóreas e arbustivas foi realizada no arboreto da Área Experimental do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira (DCFM) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) (20°47'44.55"S, 41°24'26.13"O), localizado no município de Jerônimo Monteiro, ES.

Segundo o WeatherSpark (2022) a altitude média da região é de 160 metros acima do nível do mar. A área de estudos possui o clima predominante, segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, do tipo Cwa (clima subtropical úmido com inverno seco e verão chuvoso), com uma precipitação média anual de 1.450 mm e a temperatura média anual de 24 °C, aproximadamente (COVRE et al., 2021). Em seu mês mais chuvoso a região apresenta uma pluviosidade média de 206,9 mm e no seu mês menos chuvoso 15,4 mm. O período mais quente permanece por 2,5 meses, de janeiro a março, com temperatura máxima média diária acima de 32 °C, e o período mais frio permanece por 3,2 meses, de maio a agosto, com temperatura máxima diária em média abaixo de 29 °C (WeatherSpark, 2022).

3.2. ESPÉCIES SELECIONADAS

As espécies utilizadas nesse estudo foram selecionadas aleatoriamente: *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze (jequitibá-rosa), *Amburana cearenses* (Allemão) A.C. Sm (amburana-de-cheiro), *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos (ipê-amarelo), *Hymenaea courbaril* L. (jatobá), *Bixa orellana* L. (urucum), *Inga edulis* Mart. (ingá-de-metro), *Lecythis pisonis* Cambess. (sapucaia) e *Murraya Paniculata* (L.) Jack (murta-de-cheiro). Na Figura 3 encontram-se o material foliar usado no experimento de inflamabilidade, seguindo a ordem de espécies citadas acima.

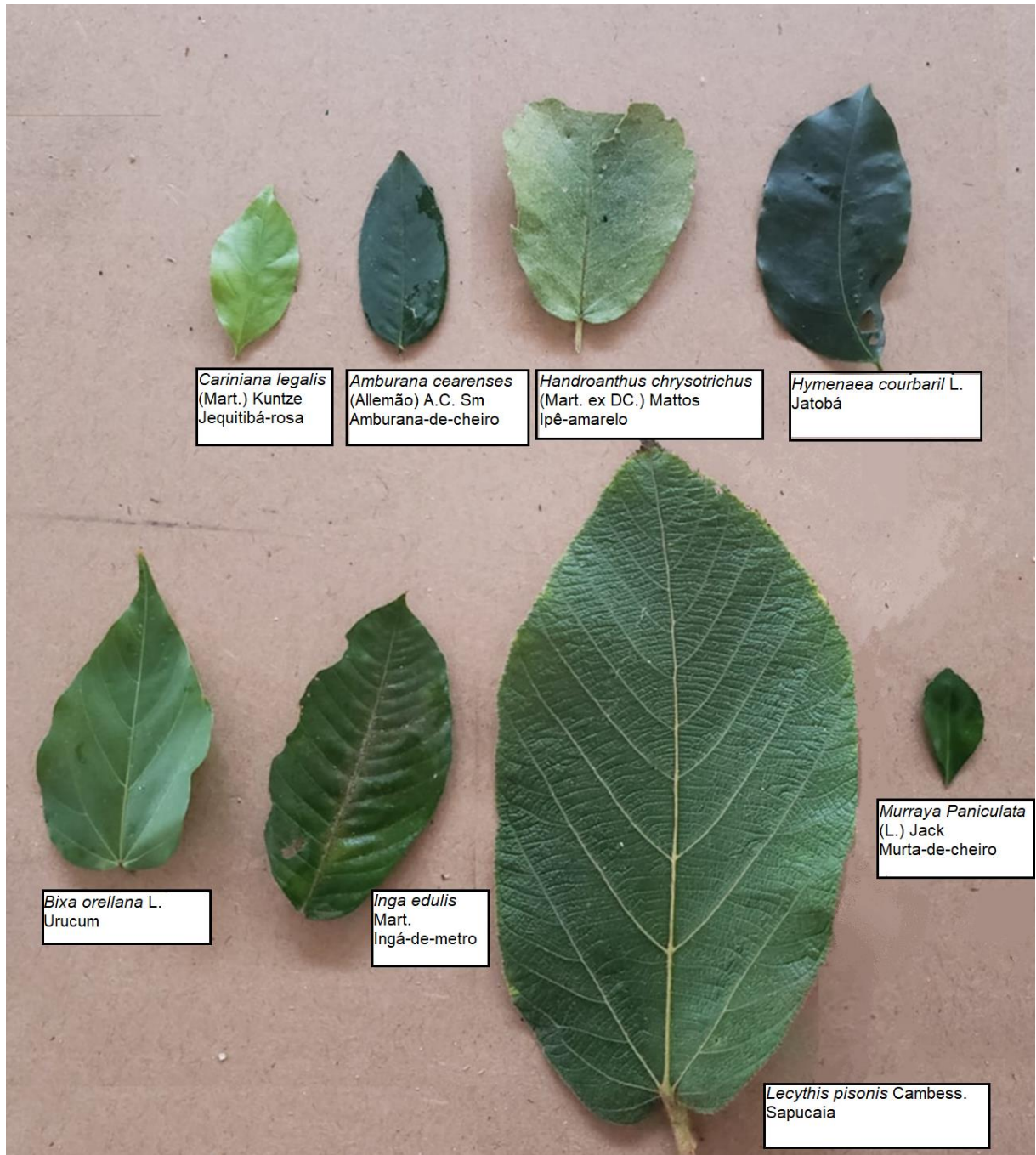


Figura 3: Material foliar das espécies utilizadas no teste de inflamabilidade.

Fonte: A autora (2022).

Essas espécies foram classificadas quanto a origem (se ocorre naturalmente no bioma Mata Atlântica), porte e classe ecológica para a discussão dos resultados (Tabela 1). São consideradas árvores de pequeno porte árvores com até 5 metros de altura na fase adulta, árvores de médio porte atingem entre 5 e 10 metros e árvores

de grande porte quando na fase adulta atingem uma altura maior que 10 metros (BEBEDOIRO, 2018).

Tabela 1: Classificação das espécies utilizadas no experimento quanto a origem, porte e classe ecológica.

	Espécie	Ocorrência natural na Mata Atlântica	Porte arbóreo	Classe ecológica	Referências
E1	<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	Sim	Grande	Secundária tardia	1
E2	<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C. Sm	Sim	Grande	Pioneira	2
E3	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Sim	Pequeno a médio	Secundária tardia	3
E4	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Não	Médio a grande	Secundária tardia	4
E5	<i>Bixa orellana</i> L.	Sim	Pequeno a médio	Pioneira	5
E6	<i>Inga edulis</i> Mart.	Sim	Grande	Pioneira a secundária tardia	6
E7	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess	Sim	Grande	Secundária inicial	7
E8	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	Não	Pequeno a médio	Não classificado	8

Fonte: 1 - Budowski (1965) e Carvalho (2003); 2 - Araujo e Dantas (2018), Messina e Moraes (2012) e Pareyn et al. (2018); 3 – Carvalho (2006); 4 - Carvalho (2003) e Tonini e Arco-Verde (2003); 5 - Pinheiro et al. (2020) e Portal et al. (2013); 6 – Carvalho (2014); 7 – Souza et al., (2014); 8 -Souza (2015) e Trazzi et al. (2012).

3.2.1. Jequitibá-rosa

O jequitibá-rosa (*Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze) pertence à família Lecythidaceae e ocorre naturalmente no bioma Mata Atlântica. Possui porte grande, podendo atingir até 25 metros de altura, com um crescimento moderado a rápido (CARVALHO, 2003). O jequitibá-rosa é classificado ecologicamente como uma

espécie secundária tardia, ou seja, tem como característica importante a deciduidade, mesmo em áreas com um alto índice pluviométrico (BUDOWSKI, 1965).

3.2.2. Amburana-de-cheiro

A cerejeira ou amburana-de-cheiro (*Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Sm) é uma espécie com ocorrência natural nas regiões Nordeste (Tocantins), Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí e Rio Grande do Norte), Centro-Oeste (Goiás e Mata Grosso do Sul) e todo o Sudeste (PAREYN et al., 2018). Essa espécie é classificada como pioneira, ocorrendo preferencialmente em florestas estacionais semidecíduas (ARAUJO; DANTAS, 2019). A cerejeira tem o potencial de atingir cerca de 20 metros de altura, sendo classificada como porte grande, mas apresenta um crescimento lento (MESSINA; MORAES, 2012; PAREYN et al., 2018).

3.2.3. Ipê-amarelo

O ipê-amarelo (*Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos) pertence à família Bignoniaceae, e possui ocorrência natural nos biomas Mata Atlântica e Cerrado. Assim como o jequitibá-rosa, o ipê-amarelo tem a sua classificação ecológica como secundária tardia. A espécie possui um porte grande atingindo até 35 metros na idade adulta e um crescimento lento (CARVALHO, 2006).

3.2.4. Jatobá

O jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) ou jatobá-mirim, ocorre do Maranhão ao Paraná, Argentina, Bolívia e Paraguai (CARVALHO, 2003). Pertencente a família Caesalpiniaceae, o jatobá é uma espécie secundária tardia ou clímax exigente de luz com um crescimento lento a moderado (CARVALHO, 2003). Com porte grande, a espécie pode atingir até 25 metros (TONINI; ARCO-VERDE, 2003).

3.2.5. Urucum

Bixa orellana L. pertence à família botânica Bixaceae, é uma planta originária da Mata Atlântica e da Floresta Amazônica conhecida como urucum (PINHEIRO et al., 2020). É uma planta de pequeno a médio porte, podendo atingir uma altura entre 6 e 11 metros classificada como espécie pioneira (PORTAL et al., 2013).

3.2.6. Ingá-de-metro

O ingá-de-metro (*Inga edulis* Mart.), conhecido também como ingá, é uma espécie natural da Mata Atlântica, Amazônia, Cerrado e Caatinga. Pertencente a família Fabaceae, o ingá é classificado como pioneira a secundária inicial, o crescimento da espécie é rápido e seu porte é grande, chegando em até 28 metros (CARVALHO, 2014).

3.2.7. Sapucaia

A espécie *Lecythis pisonis* Cambess., popularmente conhecida como sapucaia, pertence à família Lecythidaceae. A ocorrência natural da espécie é na Mata Atlântica, do Sudeste ao Nordeste, e na Amazônia. Com porte grande atingindo entre 20 e 50 metros, a sapucaia possui um crescimento moderado e uma classificação ecológica como secundária inicial (SOUZA et al., 2014).

3.2.8. Murta-de-cheiro

A *Murraya paniculata* (L.) Jack é uma espécie originária do Sudeste da Ásia conhecida como murta-de-cheiro e pertence à família Rutaceae (TRAZZI et al, 2012). Apesar de ser uma espécie exótica, a murta-de-cheiro ocorre nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste, em alguns estados da região Nordeste e no Amazonas, e pode chegar até 7 metros de altura, possuindo um porte médio (SOUZA, 2015). Não foi encontrado uma classificação quanto a classe sucessional ou classe ecológica.

3.3. COLETA DE DADOS

Para o teste de inflamabilidade, foram coletadas 20 folhas saudáveis no mesmo estágio de desenvolvimento para cada uma das oito espécies. No campo, as folhas coletadas foram colocadas dentro de sacos plásticos (zip-lock) etiquetados, os quais foram vedados e armazenados em caixa térmica portátil, e que foram então armazenados em câmara fria.

Foram coletados os dados de largura e comprimento com o uso de uma régua, a espessura com um paquímetro digital, e a massa inicial das folhas através de uma balança de precisão (Figura 4). Das 20 folhas coletadas para cada espécie, 10 foram para a estufa a 60 °C por 72 horas para que secassem e perdessem a umidade, representando a matéria seca (serapilheira) que é acumulado na superfície do solo em períodos de estiagem, e as outras 10 foram submetidas ao teste de inflamabilidade.



Figura 4: Coleta dos dados de largura, espessura, comprimento e massa inicial do material foliar.

Fonte: A autora (2022).

O teste de inflamabilidade foi realizado com a representação do material foliar úmidas e com material foliar seco em estufa. Para as folhas úmidas o teste foi

realizado em até 48 horas após a coleta, tempo em que as folhas úmidas mantêm suas características quando resfriadas e armazenadas (MURRAY et al., 2013).

O material foliar úmido e seco foi submetido a temperatura de 500 °C na mufla com a porta aberta para que pudesse ser observado e cronometrado o tempo decorrido (em segundos) até o início da ignição (Figura 5). O início da ignição foi considerado quando a folha entrava em incandescência.



Figura 5: Sequência da ignição do material foliar para coleta do dado de tempo de ignição.

Fonte: A autora (2022).

3.4. ANÁLISE DOS DADOS

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial duplo, com 8 espécies e dois tipos de material foliar de acordo com o teor de umidade (úmidos e secos). Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade e as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott à 5% de probabilidade. A análise de correlação foi realizada por meio da estatística descritiva do coeficiente de correlação de Pearson. As análises foram realizadas utilizando o pacote “*ExpDes.pt*” e os gráficos com o pacote “*ggplot2*” do software R versão 4.1.3 (R Development CoreTeam 2022).

4. RESULTADOS

Os resultados da análise das variáveis avaliadas (largura, comprimento, massa inicial do material foliar, temperatura e tempo de ignição) encontram-se na Tabela 2. As variâncias dos tratamentos foram homogêneas para as variáveis, conforme o teste pela ANOVA. Para a variável tempo de ignição houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre as médias quando analisado a interação espécie x umidade da folha. Para as variáveis largura, comprimento e massa inicial não houve diferença significativa entre as médias na interação espécie x umidade da folha.

Tabela 2: Níveis de significância da análise de variância (ANOVA) para as variáveis avaliadas.

Fator	Largura P-value	Comprimento P-value	Massa inicial P-value	Temperatura P-value	Tempo de Ignição P-value
Espécie	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Umidade	0,900	0,402	0,941	0,228	< 0,001
Espécie x umidade da folha	0,500	0,717	0,976	0,002	< 0,001
CV (%)	15,13	18,56	31,97	9,73	25,08

Fonte: A autora (2022).

4.1. IGNIÇÃO

O teste de Scott Knott apresentou resultado significativo na característica ignição. Na Tabela 3, encontra-se o resultado da média do tempo de ignição em segundos.

Tabela 3: Tempo médio de ignição do material foliar das espécies estudadas. As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste Scott Knott ($P < 0,05$).

Espécie	Média tempo de ignição (s)	
	Material foliar úmido	Material foliar seco
E1 <i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	9,337b	1,841c
E2 <i>Amburana cearenses</i> (Allemão) A.C. Sm	6,727c	1,610c
E3 <i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	14,898a	3,283c
E4 <i>Hymenaea courbaril</i> L.	10,249b	4,599b
E5 <i>Bixa orellana</i> L.	14,468a	4,108b
E6 <i>Inga edulis</i> Mart.	13,170a	6,758a
E7 <i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	10,042b	4,255b
E8 <i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	15,683a	5,237b

Fonte: A autora (2022).

Para o material foliar úmido, estatisticamente, as espécies E3 (14,898 s), E5 (14,468 s), E6 (13,170 s) e E8 (15,683 s) apresentaram os melhores resultados e não tiveram diferenças significativas no tempo de ignição. Para o material foliar seco, estatisticamente, a espécie E6 teve o melhor desempenho com a média de tempo de 6,758 s. As espécies E4 (4,599 s), E5 (4,108 s), E7 (4,255 s) e E8 (5,237 s) não diferiram entre si no tempo de ignição, enquanto as espécies E1 (1,841 s), E2 (1,610 s) e E3 (3,283 s) apresentaram o pior desempenho.

Dentre as espécies analisadas, *Inga edulis* (E6) apresentou o melhor comportamento, com maior tempo de ignição em estado úmido e seco. O tempo de

ignição (TI) é caracterizado como o tempo em que o material leva para entrar em combustão e é uma das principais variáveis relacionadas à inflamabilidade (OLIVEIRA et al., 2020). Somando-se ao desempenho nos testes de inflamabilidade, a espécie em questão apresenta padrão ecológico favorável para composição de aceiros verdes, uma vez que possui padrão foliar sempre-verde, grande porte, atuando como pioneira e intermediária na sucessão ecológica (CARVALHO 2014).

A estrutura e características ecológicas das espécies vegetais são parâmetros importantes a serem considerados para composição de aceiros verdes. Árvores perenes (sempre-verdes) são ideais, pois auxiliam na formação de um microclima úmido. Além disso, o adensamento de copas reduz o crescimento de vegetação de sub-bosque e o acúmulo de combustíveis finos no chão (WANG et al., 2021).

Foram observadas diferenças entre a inflamabilidade de folhas úmidas e secas. A umidade do material foliar pode influenciar negativamente no TI, pois pode alterar a quantidade de calor liberado na combustão (VASCONCELOS et al., 2020). Folhas úmidas prolongam o tempo de ignição porque calor suficiente precisa ser absorvido antes que haja entrada de energia para vaporizar a água da folha (MURRAY et al., 2013).

O conteúdo de umidade provoca “perda de calor nos gases de combustão sob forma de vapor d’água”, segundo Quirino et al. (2005), e quanto maior a umidade menor o poder calorífico do material estudado. Mas o teor de umidade pode variar de acordo com o clima, a época de coleta, estado fisiológico da planta e ao mecanismo de permanência das folhas (BATISTA et al., 2012; MÜZEL et al., 2014; WEIR et al., 2014).

Em cenário contrário, folhas secas entram em ignição mais rápido e são a principal fração existente na serapilheira durante períodos de estiagem. Em anos muito secos, o conteúdo de água nas folhas da serapilheira pode ser substancialmente reduzido ou mesmo completamente removido rapidamente, sendo este um período crítico para ocorrência de incêndios e quando deve-se haver maiores intervenções de manejo da biomassa depositada no solo.

Dentre as espécies estudadas, a espécie *A. cearensis* (E2) foi considerada mais inflamável devido ao menor valor médio de TI tanto para o material foliar úmido quanto para o seco, seguido da espécie *C. legalis* (E1) que apresentou o segundo menor valor médio de TI. Esses valores significam que, em caso de incêndio, essas espécies entrarão em combustão mais rapidamente que as demais estudadas.

A diferença entre os tempos de ignição das espécies mais inflamáveis e menos inflamáveis, podem determinar as técnicas do manejo do fogo e a tomada de decisão na escolha de espécies para aceiros verdes. A aplicação desta prática em locais propensos a incêndios desempenha um papel na mitigação e no controle, moderando também os fatores meteorológicos locais por meio das alterações nos padrões de vento, sendo uma técnica chave para prevenção, combate e manutenção ecológica (WANG et al., 2021).

4.2. CORRELAÇÃO ENTRE OS TRAÇOS FOLIARES E IGNIÇÃO

Para o material foliar seco ao analisar a correlação da ignição com as variáveis comprimento, área foliar, largura, massa fresca e massa seca, notou-se que não há um resultado significativo (Figura 6), ou seja, essas variáveis não interferem na ignição da folha. Consideramos como significativos correlações maiores que 40%, ou seja, $P > 0,40$.

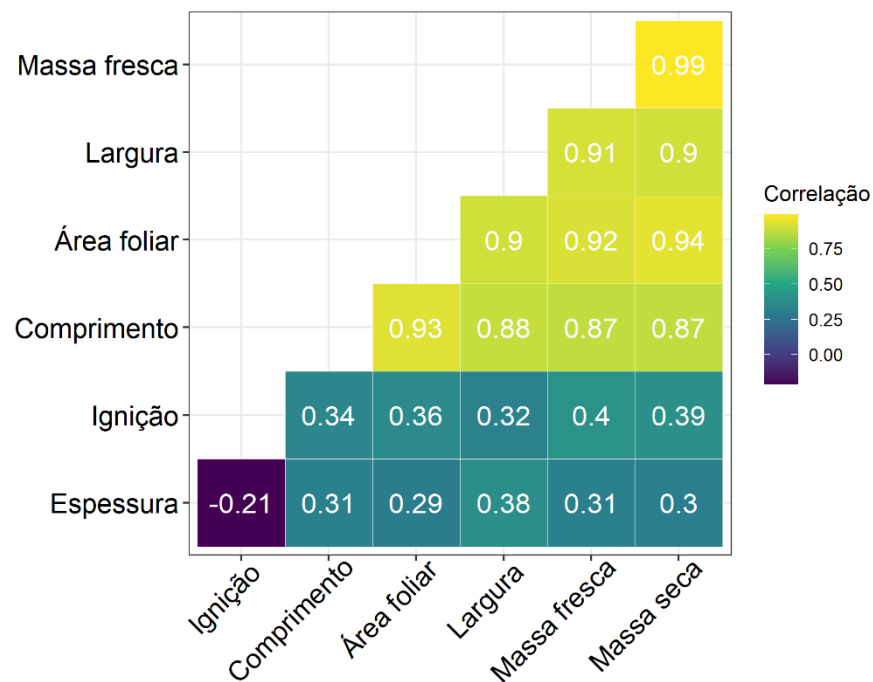


Figura 6: Correlação de Pearson entre as variáveis para material foliar seco.
Fonte: A autora (2022).

Para a correlação de Pearson, quanto mais próximo a 1 mais correlacionada as duas variáveis são. Quando o coeficiente é positivo, o valor de uma variável aumenta a outra, e quando o coeficiente é negativo, o valor de uma variável diminui a outra, ou seja, pode ser proporcional (coeficiente positivo) ou inversamente proporcional (coeficiente negativo).

Embora todas as plantas possuam condições de queimarem em situações de incêndios extremos, a ignição do combustível é um fator determinante da propagação de incêndios. Se uma planta falha ou demora mais a entrar em ignição, então representam uma ameaça menor em um ambiente propenso a fogo (GILL e MOORE, 1996). Portanto, o estudo de características que se correlacionam a ignição para compor aceiros verdes e garantir uma menor ameaça em incêndios.

As espécies vegetais diferem em relação à inflamabilidade e muitas características da planta contribuem para a inflamabilidade em nível de espécie, comunidade e vegetação (POPOVIĆ et al., 2021). Nas espécies estudadas com material foliar seco, as características comprimento ($P = 0,34$), área foliar ($P = 0,36$), largura ($P = 0,32$) e massa seca ($P = 0,39$) não são consideradas significativas, ou seja, apesar do valor positivo dessas correlações esses valores são abaixo de $P = 0,40$, e não são características que interferem significativamente na inflamabilidade das espécies. A característica espessura ($P = -0,21$) apresentou resultado negativo indicando que a inflamabilidade do material foliar diminui à medida que a espessura aumenta.

Para o material foliar úmido (Figura 7), a correlação de Pearson foi negativa e próximo a 0, indicando que não há relação entre as variáveis estudadas e a ignição.

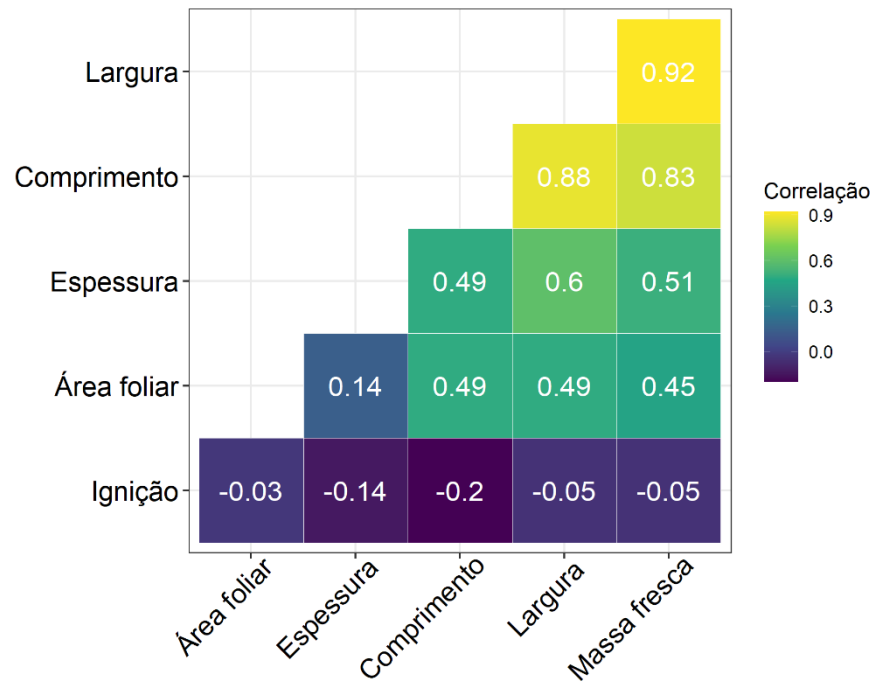


Figura 7: Correlação de Pearson entre as variáveis para material foliar úmido.
Fonte: A autora (2022).

As características de área foliar ($P = -0,03$), espessura ($P = -,014$), comprimento ($P = -0,2$), largura ($P = -0,05$) e massa fresca ($P = -0,05$) no material foliar úmido apresentou coeficientes negativos, indicando que a inflamabilidade do material diminuiu proporcionalmente à medida que essas características aumentam. Apesar disso, não foram resultados significativos, ou seja, não interferem significativamente e diretamente na inflamabilidade das espécies. O material foliar da espécie *A. cearensis* durante o experimento apresentou maior inflamabilidade devido ao menor tempo de ignição tanto úmido quanto seco, mas de acordo com a correlação de Pearson não foram as características e estruturas físicas estudadas que influenciaram esse resultado.

Diversas espécies apresentaram correlação entre as características físicas foliares (como o tamanho da folha) e a inflamabilidade de (MURRAY et al., 2013). No entanto, o resultado contrário obtido nas espécies analisadas nesta pesquisa, podem ser influência da presença de componentes químicos foliares (LUCAS et al., 2021). Batista et al. (2012) aconselha estudos químicos mais detalhados das espécies com a presença de óleos, resinas e gomas vegetais que são aspectos relevantes a inflamabilidade.

5. CONCLUSÕES

- *Inga edulis* Mart. apresentou potencialidade para aceiros verdes, devido suas características ecológicas estruturais e maior tempo de ignição em comparação com as demais espécies testadas.
- Folhas secas apresentaram maior potencial inflamável do que folhas frescas, podendo ser um atributo de pré-seleção para novos estudos: escolher espécies de maior concentração de água nas folhas;
- Apesar do *Inga edulis* Mart. apresentar potencial, recomenda-se diversidade do material verde nos aceiros para que haja a quebra da continuidade de apenas uma vegetação elevando as chances de combate aos incêndios florestais;
- Não foi observada correlação significativa entre os atributos físicos foliares investigados e a ignição das espécies selecionadas neste presente estudo;
- Estudos mais aprofundados sobre a análise química das folhas, combustibilidade e calorimetria são necessários para analisar a correlação das características específicas das plantas com a inflamabilidade das espécies.

6. REFERÊNCIAS

ALENCAR, A.; NEPSTAD, D.; SILVA, E.; BROWN, F.; LEFEBVRE, P.; MENDOSA, E.; ALMEIDA, D; CARVALHO JR, O. Uso do Fogo na Amazônia: Estudos de Caso ao Longo do Arco de Desmatamento. **World Bank Report**. Brasília, March 1997.

ARAÚJO, M. do N.; DANTAS, B. F. Umburana-de-cheiro *Amburana cearensis* (Allemão) AC Sm. 2019.

BATISTA, A. C. Detecção de incêndios florestais por satélites. **Floresta**, v. 34, n. 2, 2004.

BATISTA, A.C., BIONDI, D., TETTO, A. F., ASSUNÇÃO, R., TRES, A., TRAVENISK, R. C. C., KOVALSYKI, B. Evaluation of the Flammability of Trees and Shrubs Used in the Implementation of Green Barriers in Southern Brazil. General Technical Report PSW-GTR-245. In: **Proceedings of the Fourth International Symposium on Fire Economics, Planning, and Policy: Climate Change and Wildfires**, Mexico City, Mexico. November 5-11. 2012.

BEBEDOURO. Prefeitura de Bebedouro- GUIA DE ARBORIZAÇÃO URBANA. Bebedouro: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2018.

BEUTLING, A. Caracterização para modelagem de material combustível superficial em reflorestamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2005.

BUDOWSKI, G. **Distribution of tropical American rain-forest species in the light of successional processes**. Turrialba, 15, 40-42. 1965.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras, vol.1. Brasília: Embrapa Informações Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras, vol.5. Brasília: Embrapa Informações Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2014.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras, vol.2. Brasília: Embrapa Informações Tecnológica; Colombo, PR: **Embrapa Florestas**, 2006.

CASEMIRO, P. Desmatamento indireto: entenda como a Amazônia passou a emitir mais CO₂ do que absorver. G1 – Globo. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/vale-do-paraiba-regiao/noticia/2021/07/14/amazonia-emite-mais-carbono-do-que-absorve-diz-pesquisadora-do-inpe-na-nature.ghtml>>. Acesso em: 03 mar. 2022.

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**, 14(6): p. 2083-2090. 2009.

CLEMENTE, S. dos S; OLIVEIRA, J. F. de; LOUZADA, M. A. P. Focos de calor na Mata Atlântica do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 32, p. 669-677, 2017.

COVRE, J.M.C.; COUTO, D.R.; DIAS, H.M.; ZORZANELLI, J.P.F. Vascular plants on inselberg landscapes in Espírito Santo state: bases for the creation of a protected área in southeastern Brazil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 43, n. e54760. 2021.

CUI, X.; ALAM, M. A.; PERRY, G. L.; PATERSON, A. M.; WYSE, S. V.; CURRAN, T. J. Green firebreaks as a management tool for wildfires: Lessons from China. **Journal of environmental management**, v. 233, p. 329-336, 2019.

DIAZ, M. D. C. V.; NEPSTAD, D.; MENDONÇA, M. J. C.; MOTTA, R. S. da; ALENCAR, A.; GOMES, J. C.; ORTIZ, R. A. O preço oculto do fogo na Amazônia: Os custos econômicos associados as queimadas e incêndios florestais. **Belém: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia**. 2002.

FIEDLER, N. C.; SANT'ANNA, C. de M.; RAMALHO, A. H. C. Incêndios Florestais. Jerônimo Monteiro, ES. UFES. 2020.

FOSBERG, M.A.; ROTHERMEL, R.C.; ANDREWS, P.I. Moisture calculations for 1000 hour timelag fuels. **For Sci.**, 27, p. 19-26, 1981.

GILL, A. M.; MOORE, P. H. R. Ignitibility of leaves of Australian plants. Canberra: **CSIRO**, 1996.

GUARINO, E.; LUCAS, R.; SOUSA, L. P. de; MIURA, A.; GOMES, G. Cortinas Vegetais: Usos e Conceitos. **Embrapa Documentos**: 475. ISSN 1516-8840. Dez. 2018.

HALTENHOFF, H. Silvicultura preventiva. 2. ed. Santiago: Ministério de Agricultura, Corporación Nacional Forestal, 2006. 40 p. (Manual técnico, 452).

HOMMA, A. K. O.; WALKER, R. T.; SCATENA, F. N.; CONTO, A. J. de; CARVALHO, R. D. A.; ROCHA, A. N. da; SANTOS, A. M. dos. A dinâmica dos desmatamentos e das queimadas na Amazônia: uma análise microeconômica. In: **CONGRESSO BRASILEIRO E ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL**, 31. Ilhéus, BA. Desenvolvimento agrícola e desenvolvimento rural: anais. Brasília, DF: SOBER, 1993.

JUNQUEIRA, D. I. Estrutura filogenética, diversidade funcional e inflamabilidade em folhas de espécies campestre do Cerrado. 2017.

KOVALSYKI, B.; JUNIOR, L. D. C.; ASSUNÇÃO, R.; TRAVENISK, R. C. C.; TETTO, A. F.; BATISTA, A. C. Avaliação de espécies arbóreas para composição de cortinas de segurança contra incêndios florestais. **Nativa**, v. 7, n. 2, p. 197-203, 2019.

KOVALSYKI, B.; TAKASHINA, I. K.; TRES, A.; TETTO, A. F.; Batista, A. C. Inflamabilidade de espécies arbóreas para uso em cortinas de segurança na prevenção de incêndios florestais. **Pesquisa florestal brasileira**, v. 36, n. 88, p. 387-391, 2016.

LOURENÇO, L.; SERRA, G.; MOTA, L.; PAÚL, J. J.; CORREIA, S.; PAROLA, J.; REIS, J. **Manual de combate a incêndios florestais para equipas de primeira intervenção**. ed. 3. Sintra: Escola nacional de bombeiros, 2006, p. 95-134.

LOUZADA, J. N. C.; MACHADO, F. S.; BERG, E. D. O fogo como instrumento de manejo em agroecossistemas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 24, n. 220, p. 29-36, 2003.

LUCAS, F. M. F.; JUNIOR, J. G DA S.; JACOBS, R. de C.; KOVALSYKI, B.; BATISTA, A. C.; FERREIRA, T. de S.; TETTO, A. F. Inflamabilidade de espécies arbóreas para utilização em cortinas de segurança na interface urbano-rural. **Biodiversidade**, v. 20, n. 2, 2021.

MACEDO, W.; SARDINHA, A. M. Fogos florestais. Vila Real: Universidade de Trás e Alto Douro. 430p. 1985.

MESSINA, T.; MORAES, M. D. de. *Amburana cearensis* (Allemão) A.C.Sm. **Centro Nacional de Conservação da Flora - CNCFlora**. Jbrj.gov.br. Disponível em: <<http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/ptbr/profile/Amburana%20cearensis>>. Acesso em: 11 jul. 2022.

MOTTA, D. S. Identificação dos fatores que influenciam no comportamento do fogo em incêndios florestais. 32f. Monografia. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2008.

MURRAY, B. R.; HARDSTAFF, L. K.; PHILLIPS, M. L. Differences in Leaf Flammability, Leaf Traits and Flammability-Trait Relationships between Native and Exotic Plant Species of Dry Sclerophyll Forest. *PLoS One*. V. 8, n. 11, e79205, 2013.

MÜZEL, S. D.; OLIVEIRA, K. A. de; HANSTED, F. A. S.; PRATES, G. A.; GOVEIA, D. Poder Calorífico da Madeira de *Eucalyptus grandis* e da *Hevea brasiliensis*. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 8, n. 2, p. 166-172, 2014.

NEPSTAD, D. C.; MOREIRA, A.; ALENCAR, A. A. A Floresta em Chamas: Origens, Impactos e Prevenção de Fogo na Amazônia. Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil, Brasília, Brasil. 202 p.; il. 1999.

NUNES, J. R. S. FMA+ - Um novo índice de perigo de incêndios florestais para o Estado do Paraná – Brasil. 2005. 150f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

OLIVEIRA, M. D. de; JUNIOR, J. L. M.; SILVA, F. de C. S. da; STIVAL, A. M.; FERREIRA, B. G.; GIONGO, M. Avaliação da inflamabilidade de espécies nativas do cerrado. **Biotemas**, v. 33, n. 4, p. 2, 2020.

PAREYN, F.G.C.; ARAUJO, E.de L.; DRUMMOND, M. A.; MIRANDA, M. J. A. C.; SOUZA, C. A.; SILVA, A. P. S.; BRAZOLIN, S. MARQUES. K. K. M. *Amburana cearensis*: Amburana-de-cheiro. Plantas para o futuro – Região Nordeste. 2018.

PINHEIRO, F. S.; LYRA, G. B.; ABREU, M. C.; ARTHUR JUNIOR, J. C.; SILVA, L. D. B.; LYRA, G. B.; SANTOS, E. O. dos. Área foliar de mudas de urucum (*Bixa orellana*

L.) estimada por diferentes métodos: uma análise comparativa. **Ciência Florestal**, v. 30, p. 885-897, 2020.

POPOVIC, Z.; BOJOVIC, S.; MARKOVIC, M.; CERDÀ, A. Tree species flammability based on plant traits: a synthesis. **Science of the total environmental**, v. 800, 149625, 2021.

PORTAL, R. K. V. P.; LAMEIRA, O. A.; RIBEIRO, F. N. S.; NUNES, R. L. P. Avaliação fenológica do urucum (*Bixa orellana* L.). **Embrapa Amazônia Oriental**. Belém, PA. 2013.

RIBEIRO, G. A.; LIMA, G. S.; OLIVEIRA, A. L. S.; CAMARGOS, V. L. Uso de vegetação como aceiro verde na redução da propagação de fogo sob linhas de transmissão. **Revista CERES**, UFV. 2007.

ROSENFELD, D. TRMM Observed First Direct Evidence of Smoke from Forest Fires Inhibiting Rainfall. **Geophys. Res. Lett.** 26, 3105-3108, 1999.

SEGER, C. D.; BATISTA, A. C.; VASHCHENKO, Y.; LORENZETTO, D. Análise dos incêndios florestais em vegetação nativa de vinte e dois municípios da região leste do estado do Paraná-Brasil. **Caminhos de Geografia, Uberlândia**, v. 13, n. 43, p. 30-40, 2012.

SKARPE, C. Dynamics of savanna ecosystems. **Journal of Vegetation Science**, v. 3, n. 3, p. 293-300, 1992.

SOARES, R. V. Novas tendências no controle de incêndios florestais. *Revista Floresta*, v. 30, n. 1/2, p. 11-21, 2000.

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

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; NUNES, J. R. S. Manual de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais. 2ª edição. 60p. 2008.

SOARES, R.V. Determinação da quantidade de material combustível acumulado em plantios de *Pinus* spp na região de Sacramento (MG). **Revista Floresta**, v.10, p. 48-62, 1979.

SOUZA, A. S. de; MARGALHO, L.; PRANCE, G. T.; GURGEL, E. S. C.; GOMES, J. I.; CARVALHO, L. T. de; MARTINS-DA-SILVA, R. C. V. Conhecendo espécies de plantas da Amazônia: Sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess.-Lecythidaceae). Comunicado técnico. **Embrapa**. Belém, PA. ISSN 1983-0505. Nov. 2014.

SOUZA, M. A. de; VALE, A. T. do. Levantamento de plantas de baixa inflamabilidade em áreas queimadas de Cerrado no Distrito Federal e análise das suas propriedades físicas. **Ciência Florestal**, v. 29, p. 181-192, 2019.

SOUZA, N. M. de. Determinação das temperaturas cardeais para a germinação de sementes de *Murraya paniculata* L. Jack.(Rutaceae). 2015.

TONINI, H.; ARCO-VERDE, M. F. O jatobá (*Hymenaea courbaril* L.): crescimento, potencialidades e usos. Documentos (INFOTECA-E). **Embrapa Roraima**. 2003.

TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M. V.; COLOMBI, R.; GONÇALVES, E. O. Qualidade de mudas de *Murraya paniculata* produzidas em diferentes substratos. **Floresta**, v. 42, n. 3, p. 621-630, 2012.

VASCONCELOS, A. D. M.; SOUTO, P. C.; LEITE, A. P.; GUEDES, A. F.; NUNES, V. H.; JUSTINO, S. T. P.; SILVA, R. M.; RAMOS, G. G.; SOUTO, J. S.; OLIVEIRA, R. J. Espécies da caatinga para uso em cortinas de segurança contra incêndios florestais. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.4, p.1-20, 2020.

WANG, H. H.; FINNEY, M. A.; SONG, Z. L.; WANG, Z. S.; LI, X. C. Ecological techniques for wildfire mitigation: Two distinct fuelbreak approaches and their fusion. *Forest Ecology and Management*, v. 495, 119376, 2021.

WeatherSpark. Clima e condições meteorológicas médias em Jerônimo Monteiro no ano todo. Disponível em: <[WEIR, J. R.; LAMB, R. F.. Seasonal variation in flammability characteristics of *Quercus marilandica* and *Quercus stellata* leaf litter burned in the laboratory. **Fire Ecology**, v.9, n.3, p.80-8, 2014.](https://pt.weatherspark.com/y/30775/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Jer%C3%B4nimo-Monteiro-Brasil-durante-o-ano#:~:text=Em%20Jer%C3%B4nimo%20Monteiro%2C%20a%20esta%C3%A7%C3%A3o,superior%20a%2036%20%C2%B0C.>. Acesso em: Maio 2022.</p></div><div data-bbox=)

YEBRA, M.; CHUVIECO, E; RIAÑO, D. Investigation of a method to estimate live fuel moisture content from satellite measurements in fire risk assessment. **Forest Ecology and Management**, v. 234, 2006.