



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

GUSTAVO CÉSAR FRANÇA DE OLIVEIRA

***Canavalia ensiformis* L. (DC.) COMO ACEIRO VERDE**

Prof. Dr. Paulo Sérgio dos Santos Leles
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
JULHO – 2023



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

GUSTAVO CÉSAR FRANÇA DE OLIVEIRA

***Canavalia ensiformis* L. (DC.) COMO ACEIRO VERDE**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dr. Paulo Sérgio dos Santos Lellis
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
JULHO – 2023

***Canavalia ensiformis* L. (DC.) COMO ACEIRO VERDE**

GUSTAVO CÉSAR FRANÇA DE OLIVEIRA

APROVADA EM 19/07/23

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Paulo Sérgio dos Santos Leles – UFRRJ
Orientador

Prof. Dr. Bruno Araujo Furtado de Mendonça – UFRRJ
Membro

Prof. Dr. Marcel Carvalho Abreu – UFRRJ
Membro

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, que mesmo eu não sendo um digno de seu amor, acredito que sempre me honrou e me deu forças a continuar e chegar até aqui, assim como continuará dando.

Aos meus pais, Julio e Norma, que sempre dedicaram seu tempo, carinho e esforço no futuro de seus filhos. Obrigado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por todo carinho que deposita em mim e por sempre estar comigo nos meus momentos de dor e angústia;

À toda a minha família, a meu pai Julio César e a minha mãe Norma França, por todo amor e todo seu sacrifício para que seus filhos realizassem seus sonhos;

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, por me proporcionar um ensino gratuito e de qualidade e ao LAPER (Laboratório de Pesquisa e Estudo em Reflorestamento) pela oportunidade e responsabilidade que sempre me foi dada;

Ao meu orientador Professor Paulo Sérgio dos Santos Leles, pelo apoio e carinho essencial nessa reta final de curso assim como as experiências que sempre me agregaram bastante. Agradeço pelos ensinamentos, conselhos e amizade;

Aos professores Bruno Araujo Furtado de Mendonça, meu orientador de Iniciação Científica que sempre me incentivou a buscar novos aprendizados e sempre foi solícito, e ao Marcel Carvalho Abreu pela participação na banca de defesa e contribuições pertinentes e que permitiram aumentar a qualidade do trabalho;

Aos meus amigos de Laboratório: Gabriel Oki, Flávia Lemos, Pedro Lucas, Yuji Ito, Diego Costa, Melk Alvez e o grande Paulo Cesar, que me ajudaram na realização deste projeto;

Aos meus colegas de turma, por compartilharem junto a mim tantos momentos de descobertas e por todo o companheirismo ao longo deste percurso;

Aos meus amigos em especial Bruno, Paulo, Breno, Letícia, Rickson, Maria Vitória, Millena Ceroulo e Larissa, com quem vivi intensamente durante os últimos anos, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade duradoura e de qualidade, vocês foram como irmãos e irmãs para mim e sempre os levarei comigo;

A minha grande amiga Julyana, com quem tive prazer de compartilhar incríveis momentos durante minha graduação, sem arrependimentos algum e sempre com um sorriso no rosto ao nos encontrarmos. Obrigado Ju;

À todos que contribuíram de forma ou indireta na realização deste trabalho.

RESUMO

Uma das problemáticas ambientais que se perpetuam durante as décadas no Brasil são os incêndios florestais não naturais, que diminuem a biodiversidade local, afetam os ciclos ambientais e causam prejuízos financeiros a sociedade. Assim, surge a necessidade de aprimoração e aplicação de técnicas silviculturais preventivas, como os aceiros verdes, que visam impedir a propagação de incêndio através do uso de espécies de baixa inflamabilidade. O objetivo deste trabalho foi de testar uso de *Canavalia ensiformis* L. (DC.) no uso como aceiro verde e verificar eficiência na prevenção e retardamento de incêndios, detalhando seu comportamento sobre condições de queima. Os dados acerca da inflamabilidade da espécie de interesse foram obtidos através de observações dos parâmetros de velocidade de propagação e intensidade do fogo em três ensaios, onde a espécie de interesse foi comparada ao *Panicum maximum* e as acículas de *Pinus caribea*. Ensaio 1- combustão de *Canavalia ensiformis*, Ensaio 2 – determinação teor de umidade e teste de inflamabilidade do *Canavalia ensiformis* e Ensaio 3 – Teste de cortina de segurança de *Canavalia ensiformis*. Para isso submeteu-se os três materiais combustíveis a queima em diferentes processos e situações de umidade. Os resultados mostram que *Canavalia ensiformis* pode ser utilizado como aceiro verde por não ter ocorrido sua queima, devido provavelmente apresentar 75% de suas folhas e ramos constituídos por água e sua baixa inflamabilidade em condições naturais, aos cinco meses após a semeadura. Sugere-se mais estudos, para utilização em aceiros, envolvendo distância entre as plantas, número de linhas e largura das faixas.

Palavras-chave: Cortina de Segurança, Prevenção de incêndios, Silvicultura Preventiva

ABSTRACT

One of the environmental problems that have persisted for decades in Brazil are unnatural forest fires, which reduce local biodiversity, affect environmental cycles and cause financial losses to society. Thus, there is a need to improve and apply preventive silvicultural techniques, such as green firebreaks, which aim to prevent the spread of fire through the use of low flammability species. The objective of this work was to test the use of *Canavalia ensiformis* L. (DC.) as a green firebreak and to verify its efficiency in preventing and delaying fires, detailing its behavior under burning conditions. Data about the flammability of the species of interest were obtained through observations of the parameters of propagation speed and fire intensity in three trials, where the species of interest was compared to *Panicum maximum* and the needles of *Pinus caribea*. Trial 1 - combustion of *Canavalia ensiformis*, Trial 2 - determination of moisture content and flammability test of *Canavalia ensiformis* and Trial 3 - Safety curtain test of *Canavalia ensiformis*. For this, the three combustible materials were subjected to burning in different processes and humidity situations. The results show that *Canavalia ensiformis* can be used as a green firebreak because it has not been burned, probably because 75% of its leaves and branches are made up of water and its low flammability under natural conditions, five months after sowing. Further studies are suggested, for use in firebreaks, involving distance between plants, number of lines and width of strips.

Keywords: Safety Curtain, Fire Prevention, Preventive Forestry.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Incêndios Florestais no Brasil	2
2.2 Cortinas de Segurança	3
2.3 Cortinas de Segurança no Brasil	4
2.4 Canavalia ensiformis L. (DC.)	5
3 MATERIAL E MÉTODOS	6
3.1 Área de Estudo	6
3.2 Ensaio 1 – Combustão de Canavalia ensiformis	7
3.3 Ensaio 2 – Teste de teor de umidade e inflamabilidade	8
3.4 Ensaio 3 – Teste de cortina de segurança de Canavalia ensiformis	10
4 RESULTADOS	11
4.1 Ensaio 1 – Combustão de Canavalia ensiformis	11
4.2 Ensaio 2 – Teste teor de umidade e inflamabilidade	12
4.3 Ensaio 3 - Teste de cortina de segurança de Canavalia ensiformis	13
5 DISCUSSÃO	14
6 CONCLUSÃO	15
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15

1. INTRODUÇÃO

Os incêndios são fenômenos que ocorrem através da queima sem controle pelo homem de combustível vegetal no ambiente. É influenciado pela qualidade e quantidade de material combustível e também de variáveis abióticas como velocidade do vento, umidade relativa do ar e temperatura do ar (SCHUMACHER; DICK, 2018) e período de dias sem chuvas. Tais eventos causam incontáveis formas de consequências, como desencorajar a presença de fauna na área, desaparecimento de espécies endêmicas no local, mortalidade de componente vegetais, perda de fertilidade do solo, aumento das emissões de CO₂, destruição de propriedades e perdas de vidas em acidentes (AXIMOFF; RODRIGUES, 2011; SILVA JUNIOR et al., 2020; MURRAY et al., 2020).

Dentre os componentes do tetraedro do fogo, que são comburentes, calor, reação em cadeia e o combustível, este último se tornou uma variável que se tornou alvo facilitador nas formas de prevenção aos incêndios, visto que o tipo de combustível é o principal potencializador ou retardador da propagação (SOUZA; VALE, 2019). Assim, formas silviculturais de prevenção de incêndios são amplamente utilizadas hoje no meio buscando alterar e/ou impedir que a queima causada pela reação em cadeia tenha seu início (SCHUMACHER; DICK, 2018).

Entre as técnicas utilizadas para prevenir a chegada do incêndio em determinada área encontra-se os aceiros, cujo objetivo é remoção do material combustível, em faixa. Segundo Torres et al. (2020), os aceiros são barreiras naturais ou construídas, limpas de vegetação, parcial ou completamente, de uma largura variável (recomenda-se a largura de duas vezes a altura da vegetação), montados previamente ao incêndio. De modo geral, na região centro sul do Brasil, deve-se realizar a operação de limpeza no início da época de estiagem (abril a maio) para que os aceiros atravessem todo período de risco de incêndio em bom estado de conservação. Segundo Schumacher e Dick (2018), de acordo com as características do terreno, a construção e ou manutenção poderá ser feita, também, de forma mecânica (tratores, motoniveladoras, roçadeiras) ou manualmente com uso de enxadas, e também com ajuda de calda de herbicidas. A dificuldade é o custo de construção e ou manutenção, principalmente em área declivosas, onde a passagem de trator é dificultada e também em áreas de agricultores que não dispõem de maquinário.

Uma das possibilidades a fim de diminuir custos é a aplicação e manejo de cortinas de segurança, também conhecidas como aceiros verdes. Trata do cultivo em linha e/ou coluna de espécies vegetais, arbustivas, arbóreas ou herbáceas com características de interesse no controle e/ou retardamento do fogo (BATISTA; BIONDI, 2009). Dentre as características de interesse, a capacidade da planta de apresentar baixa inflamabilidade se configura como mais uma estratégia na proteção contra incêndios florestais em aceiros verdes (SOUZA; VALE, 2019). Isso envolve o desenvolvimento de planos levando em conta a paisagem, a exposição ao sol, o tipo de solo, a direção do vento predominante e outros fatores relevantes, como a facilidade com que as espécies que compõem a área podem pegar fogo (BATISTA et al., 2012). Ao elaborar estratégias nesse contexto, é importante considerar esses parâmetros para garantir abordagem eficaz, segura e prática, onde espécies vegetais possam atuar de maneira eficaz dentro do sistema e possivelmente agregar no ciclo ecossistêmico do local em que se planeja implantar.

A investigação de espécies vegetais com potencial de ser usada como aceiros verdes é interessante para gerar informações confiáveis para orientação do planejamento e manejo do campo. Entre as espécies potenciais, encontra-se *Canavalia ensiformis* (L.) DC, conhecida como feijão-de-porco. É espécie herbácea leguminosa de ciclo anual, tem sido bastante estudada para auxiliar no controle de plantas daninhas, principalmente em áreas dominadas por braquiárias e capim colônio, atuando como barreira física contra a emergência dessas plantas,

na formação de povoamentos para restauração florestal da mata atlântica (Santos et al., 2019; Santana et al., 2020; Lisboa, 2021). Feijão-de-porco é bastante utilizado em sistemas agrícolas como adubo verde (CARVALHO, 2022), apresenta resistência à seca, resistência a temperaturas elevadas, tolerância ao sombreamento parcial e adaptação aos solos com deficiência em fósforo (CALEGARI et al., 1993; LIMA FILHO et al., 2014). Em um dos estudos sobre uso desta espécie como barreira física para compor estratégia de controle de *Panicum maximum* em área de restauração florestal, houve incêndio e foi observado que onde esta *Canavalia ensiformes* estava sendo cultivado, o fogo não adentrou no povoamento florestal, e assim percebeu que seria interessante estudá-la como aceiro verde.

Objetivo deste trabalho foi o de testar o *Canavalia ensiformis* L. (DC.) como aceiro verde e assim, buscar responder as seguintes indagações: i) Feijão-de-porco quando em contato com a chama, entrará em combustão? Feijão-de-porco apresenta alta inflamabilidade? A faixa de feijão-de-porco quando submetida a queima descontrolada, poderá conter ou retardar o incêndio?

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Incêndios Florestais no Brasil

Os incêndios florestais causados de forma antrópica e irresponsável são uma grande problemática quando avaliamos as questões ambientais e sociais atualmente. O fogo agindo de forma descontrolada e não natural nas florestas, ocasiona impactos consideráveis ao componente arbóreo da vegetação (SILVA et al., 2005), alterando composição e estrutura, sobretudo em florestas tropicais (COCHRANE, 2003). Tais queimas acabam por causar danos ambientais perceptivos, como incêndios a áreas protegidas (GLEIDSON et al., 2018; RAMALHO et al., 2020) e danos não tão perceptíveis, mas ainda sim impactantes, como a alta liberação de gases poluentes para a atmosfera, com destaque para o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O). São os chamados gases de efeito estufa ou bloqueadores de calor (IPCC, 2006), onde estudos de Silva Junior et al. (2020), descrevem os impactos que tais ações causado dentro do território nacional e como emissões de CO₂ afetam a política do país e seus acordos internacionais.

O histórico do fogo no Brasil tem sido amplamente discutido pela literatura quanto a seu uso e início, datando as práticas dos povos pré-colombianos e posteriormente seu uso na agropecuária extensiva, utilizada no país durante a colonização (LEONEL, 2000). Antes da colonização pelos europeus, os índios já utilizavam e ainda fazem uso do fogo como ferramenta de manejo para agricultura (REZENDE, 2011). Algumas técnicas de controle do fogo, como a utilização de aceiros negros, que consiste na queima controlada de material orgânico seco para impedir avanço do fogo natural de forma destrutiva a regiões de interesse, também já eram comuns e aplicadas por grupos indígenas na região do Cerrado (MEDEIROS; FIEDLER, 2004).

Nos últimos anos, dados sobre a ação de queimas florestais descontroladas tem sido cada vez mais presentes na literatura (SILVA, 2021), evidenciando o enfoque necessário na situação e mostrando estudos que passam a magnitude da ação dos incêndios dentro de áreas importantes para a conservação de recursos e biodiversidade natural. Segundo Gleidson et al. (2018), nos períodos de 2008 a 2012, a área queimada média em unidades de conservação brasileiras, foi por volta de 613,61 hectares, enquanto no ano de 2010 a 2020, as unidades de conservação brasileiras sofreram com a destruição de 31.918.617,41 hectares, que significa índice de severidade extremo segundo órgão classificador (RAMALHO et al., 2020).

Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a Amazônia e o Cerrado foram os biomas mais afetados pelos incêndios em 2022. O Cerrado teve 56.885 focos de

incêndio no período analisado, enquanto a Amazônia registrou 115.033 focos de incêndios registrados no sistema.

Desta forma, se faz necessário a utilização de novas técnicas silviculturais que busquem mitigar tais resultados no cenário de incêndios florestais no Brasil.

2.2. Cortinas de Segurança

A fim de reduzir a incidência de incêndios florestais, é recomendável implementar medidas preventivas na silvicultura (SOARES, 2000), isso implica em utilizar técnicas de proteção contra o fogo durante o estabelecimento de áreas florestais naturais e de plantios comerciais, uma vez que essas regiões são particularmente vulneráveis a queimas.

Os aceiros verdes, ou cortinas de segurança, são faixas de vegetação que têm como objetivo prevenir e controlar incêndios florestais. São compostos por espécies vegetais que possuem características que reduzem a intensidade do fogo e impedem a sua propagação (VASCONCELOS et al., 2020). Além de sua função de proteção contra incêndios, as cortinas de segurança também têm outras funções ecológicas, onde essas faixas veem a servir como atração e aumento de diversidade de fauna na área (Ribeiro et al., 2016). A vegetação proveniente dos aceiros verdes, quando em consórcio com espécies de interesse para adubação verde, pode ser utilizada como alimento para animais silvestres e como matéria-prima para produção de biomassa no solo (LIMA FILHO et al., 2023).

Essas faixas são uma importante medida de proteção ambiental e devem ser planejadas e mantidas adequadamente para garantir a sua eficácia. As plantas de baixa inflamabilidade se configuram como mais uma estratégia na proteção contra incêndios florestais em aceiros verdes (BATISTA; BIONDI, 2019). De acordo com a pesquisa conduzida por Ribeiro et al. (2007), ao selecionar espécies para a criação de cortinas de segurança, é importante considerar certas características específicas, onde eles enfatizam a escolha de plantas que apresentem potencial produtivo, sejam tolerantes à seca e apresente baixa inflamabilidade aliada a alto teor de umidade em sua estrutura.

A inflamabilidade é ligada a facilidade que a substância ou material combustível entra em combustão ao receber energia em forma de calor, a propriedade do combustível em dar continuidade a queima, a quantidade de combustível consumido e a velocidade em que a reação acontece e se propaga (HERNANDO, 2009). Outras características que afetam sua inflamabilidade são a composição química (lignina, água, sais minerais e voláteis), a proporção entre área e volume da copa, a densidade, a arquitetura da planta, a quantidade de material morto e vivo nas copas e o material morto na planta e no solo. (BATISTA; BIONDI, 2009; WHITE; ZIPPERER, 2010). Esses fatores devem ser considerados na avaliação e prevenção de incêndios.

Conforme descrito por Hull et al. (2012), folhas finas secam rapidamente e logo se inflamam, enquanto folhas grossas acumulam mais água e demoram mais para aquecer e se inflamar obedecendo uma sequência. No pré-aquecimento, ocorre a secagem pela eliminação de vapor de água. Depois, de 260 a 400°C (temperatura de inflamação), se inicia a pirólise dos combustíveis próximos às chamas (SOUZA; VALE, 2019).

A distância ideal entre as cortinas de segurança pode variar de acordo com a intensidade do fogo e com as características da vegetação local. Em áreas de vegetação mais densa, é recomendado que a distância entre os aceiros seja maior para garantir uma maior proteção. Eles devem ser posicionados próximos a estradas e outros aceiros, cumprindo dupla função como quebra-vento e cerca viva, desempenhando o papel de barreiras verdes. Segundo Souza e Vale (2019), os aceiros verdes também devem ser estabelecidos de maneira perpendicular à direção dos ventos secos. Essas estruturas têm o objetivo de proteger áreas vulneráveis, contribuindo para a prevenção e controle de incêndios florestais.

A busca por espécies que possam ter características de interesse no controle e retardamento de incêndios e ainda promovam um elevado desenvolvimento produtivo, como aceiros verdes, tem sido cada vez mais desenvolvida e buscada nos centros de pesquisa do Brasil.

2.3. Cortinas de Segurança no Brasil

No Brasil, as cortinas de segurança são uma técnica de prevenção e combate a incêndios florestais, onde a procura de se adequar as características do bioma de interesse são levadas em conta na escolha espécie a ser implementada. O Brasil conta com seis biomas em seu território, sendo as cortinas de segurança principalmente requisitadas nos plantios em regiões de estresse hídrico, alta insolação e épocas de baixa precipitação, como o inverno do Cerrado e da Caatinga (SOUZA; VALE, 2019; VASCONCELOS et al., 2020), onde surge grande interesse a aplicação de métodos preventivos a queima. Com o objetivo reduzir a intensidade do fogo e impedir a sua propagação, técnicas de manejo dessa cobertura vegetal também devem ser levadas em consideração no planejamento e aplicação (BATISTA et al., 2012).

Consultando a literatura, observa-se que os estudos realizados sobre cortinas de segurança, como prevenção de incêndios é basicamente em torno de espécies arbóreas ou arbustivas. Estudos com espécies herbáceas, são praticamente inexistentes no Brasil.

Ribeiro et al. (2007), conduziram testes de espécies para compor cortinas de segurança sob uma linha de transmissão de energia elétrica, apontando como espécies potenciais o *Hibiscus sp.* e *Mimosa caesalpiniiifolia*, amplamente encontradas pelo território brasileiro.

No Cerrado, no levantamento de campo e as análises laboratoriais realizadas por Souza e Vale (2019), as espécies *Vochysia thyrsoidea*, *Palicourea rigida* e *Lavoisiera bergii*, nativas do bioma, apresentam potencial para a formação de aceiros verdes, graças a sua baixa inflamabilidade.

Em estudo realizado no semiárido paraibano, por Vasconcelos et al. (2020), foi possível avaliar a inflamabilidade de plantas da Caatinga e sua eficiência como cortinas de segurança na prevenção de incêndios florestais, onde as cactáceas *Opuntia sp.*, *Cereus jamacaru* e *Pilosocereus gounellei* foram identificadas como apresentando menores valores de poder calorífico. Isso significa que essas plantas têm uma capacidade relativamente baixa de liberar energia na forma de calor, o que se torna positivo para o uso como cortina de segurança. Nessa pesquisa ainda foi constatado que, *Aspidosperma pyrifolium* e a *Cenostigma bracteosum* apresentam partes com diferentes propensões à inflamação e devido a essa característica, não são recomendadas como cortinas de segurança, pois poderiam ser menos eficazes na contenção de incêndios.

No Sul do País, trabalho por Kovalsyki et al. (2016), as espécies arbóreas avaliadas foram: *Psidium cattleianum* Sabine, *Ligustrum lucidum* W. T. Aiton, *Schinus terebinthifolius* Raddi e *Bougainvillea glabra* Choisy e houve a constatação que tais espécies apresentam potencial para uso em cortina de segurança na prevenção de incêndios florestais. O *Pinus caribea* foi utilizado como controle, por ser considerado inflamável e por ser muito cultivado na região sul do Brasil, trazendo dessa forma um contexto mais prático a pesquisa. Anteriormente, em trabalho de Batista e Biondi (2009), também em testes utilizando *Ligustrum lucidum* Aiton (Oleaceae), constataram o possível uso da espécie como cortina de segurança para incêndios, muito por causa de sua capacidade de reter umidade em suas folhas.

Vale ressaltar, que diversos estudos, se diferenciam por métodos, onde alguns dos citados tem seus experimentos realizados em ambientes fechados e controlados, como o caso de estudos realizados em laboratórios e contando com auxílio de instrumentos sofisticados, como o epirradiador (AMERICO et al., 2021; KOVALSYKI et al., 2016), enquanto outras,

foram também realizados por constatações de queimas em local aberto (VASCONCELOS et al., 2020; SOUZA; VALE, 2019; BATISTA; BIONDI, 2009).

Deste modo, os estudos e o campo bibliográfico têm avançado bastante na área, no entanto, a utilização de aceiros verdes não é a única medida de prevenção e combate a incêndios florestais que deve ser adotada. É fundamental que o poder público, a sociedade civil e os proprietários rurais trabalhem em conjunto para implementar estratégias integradas de proteção ambiental e prevenção de incêndios florestais, como a criação de brigadas de combate a incêndios, ações de educação ambiental e fiscalização de áreas com risco de incêndios.

2.4. *Canavalia ensiformis* L. (DC.)

A adubação verde com leguminosas é essencial no sistema de produção orgânico para fornecer nitrogênio às culturas, uma vez que os fertilizantes usuais têm baixa quantidade desse elemento. As espécies de Fabaceaeas, normalmente, possuem raízes profundas e ramificadas, o que possibilita a extração e a reciclagem de diversos nutrientes, além de otimizar a absorção dos fertilizantes aplicados e garantir a introdução de nutrientes ao solo através da ação de micorrizas (ANTONIOLLI; KAMINSKI, 2019), sendo essa prática determinante para garantir a nutrição adequada das plantas, promovendo um aproveitamento eficiente dos recursos disponíveis e contribuindo para um sistema agrícola mais sustentável (LIMA FILHO et al., 2014). Dentre as leguminosas utilizadas para a prática de adubação verde, merece destaque *Canavalia ensiformis* L. (DC.), conhecido como feijão-de-porco, devido às suas características morfológicas e fisiológicas, o que o torna altamente adequado para o cultivo consorciado (PERIN et al., 2007).

Originário da América Central, *Canavalia ensiformis* foi introduzido em meados de 1900, no Instituto Agrônomo de Campinas, em São Paulo (LIMA FILHO et al., 2023). Espécie anual, herbácea, apresenta resistência a temperaturas elevadas, tolerância ao sombreamento parcial e rusticidade adaptada aos solos de baixa fertilidade com a propriedade de imediatamente enriquecê-los (LIMA FILHO et al., 2023; CORRÊA, 1974). Estudo realizado por Almeida et al. (2008), concluíram ainda que o feijão-de-porco possui potencial fitoextrator para chumbo no solo. As plantas de feijão-de-porco apresentam hastes robustas e lenhosas na base, com altura variando entre 80 cm e 120 cm. Seu ciclo de crescimento até o florescimento leva cerca de 80 a 90 dias, enquanto a colheita das sementes ocorre após aproximadamente 130 a 140 dias. As sementes possuem coloração branca e seu sistema radicular se desenvolve profundamente no solo, conferindo-lhe resistência durante períodos de seca prolongada, conhecidos como veranico (LIMA FILHO et al., 2023).

Com ampla adaptação as condições de luz difundidas (HENRICHES et al., 2002) e rápido crescimento inicial, mesmo sobre a sombra parcial da cultura principal (ALVARENGA et al., 1995), *canavalia ensiformis* apresenta vantagem na competição com espécies invasoras na linha de plantio (PERIN et al., 2007). Estudos de Santos et al. (2019), Santana et al. (2020) e Lisboa (2021) indicam o uso desta herbácea no primeiro ano de formação de povoamentos florestais visando restauração da mata atlântica, para auxiliar no controle de plantas daninhas, principalmente em áreas dominadas por *Urochloa* sp.



Figura 1: Faixa de semeadura de *Canavalia ensiformis*, arboreto do Instituto de Florestas, campus UFRRJ. Fonte: O autor.

Exemplos práticos de pesquisa no consórcio de espécies de interesse econômico com o *Canavalia ensiformis* já podem ser encontrados na bibliografia, como o consórcio milho e feijão-de-porco, pesquisado por Heinrichs et al. (2002), onde os resultados mostraram que os efeitos benéficos do feijão-de-porco na produção de grãos de milho foram mais evidentes no segundo ano de implementação do cultivo consorciado. Os pesquisadores concluíram que a prática de semear as duas culturas simultaneamente foi a mais recomendada, pois não houve redução na produção de grãos de milho e ainda possibilitou a diminuição das operações realizadas após o plantio. Essas descobertas destacam a importância de se considerar o manejo adequado do cultivo consorciado para obter os melhores resultados em termos de produtividade e eficiência operacional. Também Alvarenga (2005), observou através de estudo com leguminosas, que os adubos verdes constituíram fonte de nutrientes, em ambos os casos com ou ausência de controle de planta daninhas.

Observações de campo evidenciam que *Canavalia ensiformis* é espécie de fácil manejo e crescimento limitado a sua cova, isto é, sem hábitos invasores a locais e plantios próximos. Seu ciclo de vida ultrapassa 200 dias, apresentando floração e frutificação mais constante no outono, com folhas saudáveis e vistosas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de Estudo

O estudo foi realizado dentro das adjacências do Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Rio de Janeiro, no município de Seropédica, situado a 22° 47' 26.2"S e 43° 40' 36.9"W, com uma elevação média de aproximadamente 33 metros em relação ao nível do mar. A região apresenta clima quente e úmido, classificado como Cwa segundo Köppen (ALVARES et al., 2013), com inverno

moderadamente frio e verão quente, onde as temperaturas podem atingir até 40°C. A estação chuvosa ocorre durante o verão.

As informações de umidade relativa do ar, velocidade média do vento de e radiação solar foram captadas pela estação micrometeorológica do setor de ecologia agrícola, PESAGRO, com localização de 22° 45' 32.08" S e 43° 41' 7.199" W. Foram realizados 3 ensaios, que ocorreram durante o mês de junho, início do inverno na região, com ventos secos e diminuição da temperatura, acarretando o aumentando do estresse hídrico nas plantas. No mês em questão, choveu 3,2 mm no município de Seropédica, a temperatura média mensal foi de 22°C e a umidade média do ar durante os ensaios variou em torno de 54 a 59% no dia 13/06/2023 (Ensaio 1); 51 a 56% no dia 23/06/2023 (Ensaio 2) e 43 a 49% no dia 28/06/2023 (Ensaio 3).

3.2. Ensaio 1 – Combustão de *Canavalia ensiformis*

Utilizou-se para este ensaio plantas de *Canavalia ensiformes* L. DC. (feijão-de-porco), com altura aproximada de 1,0 m, cortada em menos de 2h antes do ensaio, isto é, era um material verde com teor de umidade natural (KOVALSYKI et al., 2016). Como efeito comparativo, plantas de *Panicum maximum* (capim-colonião), com altura em torno de 2,0 m, recém cortado, foram utilizados. O uso do *Panicum maximum* se deve à sua ampla ocorrência na baixada fluminense e no campus da UFRRJ, capacidade ocupar os ambientes, potencial de tornarem daninhas em reflorestamentos e devido à grande produção de folhas, ou seja, material combustível para propagação de fogo. Acículas de *Pinus caribea* foram usadas como testemunha de material combustível devido alta inflamabilidade relatada por Batista e Biondi (2009), a experiência da equipe técnica deste trabalho e pela fácil disponibilidade no campus UFRRJ.

Para este ensaio usou-se área de grama rente solo e local plano. Cada material foi colocado em área de 2,0 x 1,5 m, camada média de 10 cm de espessura. Em seguida, em cada material foi colocado régua graduada marcadas com fitas amarelas a 45, 90 e 135 cm do início da possível queima do material, a fim de estimar a altura de chamas. A fim de produzir chama inicial e servir de material combustível para fogo chegar em cada material de maneira mais homogênea, foi utilizado feno, cedido pelo setor de nutrição animal da UFRRJ. A foto deste ensaio, antes de colocar o fogo encontra-se na Figura 2.



Figura 2: Foto de capim-colonião, feijão-de-porco e acículas de pinus, antes do teste de combustão, campus da UFRRJ.

A queima foi realizada por volta de 16:30 horas, cuja temperatura ambiente era de 27,4°C, umidade relativa do ar de 59%, velocidade média do vento de 1,3 m/s e radiação solar de 1.649 KJ/m². Segundo a fórmula de Monte Alegre Alterada (Vieira et al. 2020), o risco de

incêndio no dia do ensaio estava na classe moderada. No momento em que o fogo atingiu cada material, iniciou-se a cronometragem do tempo de propagação das chamas em cada material, até o cessar do fogo ou a finalização do material combustível. Havendo a queima e avanço do fogo, em cada material, foi estimado visualmente a altura da chama, as marcações pré-estabelecidas de 45, 90 e 135 cm do início da camada de cada material. Ao final da queima, foi atribuída nota de 0 (não houve queima) a 10 (queima total do material), por 5 pessoas e, assim obtida nota média. Na Figura 3 é apresentada foto com o feno em combustão.

Os dados obtidos sobre o comportamento do fogo durante ensaio foram adquiridos através da observação dos parâmetros, tempo início e final da combustão do material (velocidade propagação), altura das chamas e intensidade do fogo.

A intensidade do fogo foi calculada utilizando a altura das chamas, seguindo o modelo proposto por Byram em 1959 (Equação 1):

$$I = 258 hc^{2,17}$$

Em que:

I = intensidade do fogo, em kcal/m/s

hc = altura das chamas, em m.



Figura 3: Foto da combustão do feno durante ensaio 1, campus da UFRRJ.

3.3. Ensaio 2 – Teste de teor de umidade e inflamabilidade

Conforme realizado também por Batista e Biondi (2009), parte aérea de plantas de feijão-de-porco, de capim-colonião e acículas de *Pinus caribea*, foram coletadas novamente, da mesma maneira em que foram coletadas no ensaio 1. De cada material, foram retirados quatro amostradas, que foram colocadas em sacos de papel e pesadas para obter o peso úmido. Posteriormente, o material foi colocado em estufa a 75 °C, durante 48 horas. Após este período, estas amostras foram pesadas, obtendo o peso seco. O teor de umidade, com base no peso úmido, de cada amostras foi obtida através da relação (Equação 2):

$$U\% = \frac{PU - PS}{PS} * 100$$

Onde:

U% = teor de umidade do material combustível, em percentagem;

PU = peso (úmido) do material combustível

PS = peso seco do material combustível, após secagem em estufa a 75 °C por 48 horas.

Após a secagem e pesagem, de cada material, foram retiradas quatro amostras de 75 gramas, para testes de inflamabilidade. A fim padronizar volume, cada amostra foi colocada em caixa de papelão de 30 x 20 x 8 cm (comprimento x largura x altura), conforme foto da Figura 4. Este teste foi realizado em quatro baterias, sendo que, em cada momento foi testado os três materiais simultaneamente (Figura 4). Para dar início de combustão de cada material, foi utilizado 10 gramas feno. o feno foi utilizado a fim de produzir chama inicial e servir de material combustível para o fogo chegar em cada material de maneira mais homogênea, foi utilizado feno, cedido pelo setor de nutrição animal da UFRRJ.



Figura 4: Amostras de acículas de pinus, feijão-de porco e capim-colonião para teste de inflamabilidade (a) e caixa utilizada para padronizar volume das amostras (b).

A fim de produzir chama inicial e servir de material combustível para o fogo chegar em cada material de maneira mais homogênea, foi utilizado feno, cedido pelo setor de nutrição animal da UFRRJ.

Ao iniciar a combustão, de cada material e em cada momento, foram anotadas as características da queima através da utilização de régua graduada na frente dos blocos, com auxílio de fitas marcando e a análise foi feita visualmente. Foi utilizado cronômetros digitais para marcação do tempo de queima.

A queima foi realizada por volta de 11:30 horas, cuja temperatura ambiente era de 22,3 °C, umidade relativa do ar de 53%, velocidade média do vento de 3,3 m/s e radiação solar de 659 KJ/m². Calculando o índice de risco de incêndio pela fórmula de Monte Alegre Alterada e com base na Tabela de trabalho de Vieira et al. (2020), o risco de incêndio no dia do ensaio estava na classe moderada. No momento em que o fogo atingiu cada material iniciou-se a cronometragem do tempo, finalizando após cessar o fogo ou não ter mais material combustível para combustão. Havendo a queima e avanço do fogo, em cada material, foi estimado visualmente a altura das chamas. Assim como no ensaio 1, os dados obtidos sobre o

comportamento do fogo durante ensaio foram adquiridos através da observação dos parâmetros, tempo início e final da combustão do material (velocidade propagação), altura das chamas e intensidade do fogo. Ao final da queima quando não houve queima total, obteve-se o peso de massa remanescente de cada material.

Com objetivo de comparar a significância dos parâmetros do fogo do feijão-de-porco em relação aos outros dois materiais, os dados foram submetidos ao teste t de amostras independentes ($p < 0,05$).

3.4. Ensaio 3 – Teste de cortina de segurança de *Canavalia ensiformis*

Foi realizado a queima controlada, em local sob condições naturais, com *Canavalia ensiformis* plantado ao solo, em uma área aproximadamente de 30 metros de comprimento por 3 metros de largura com *Panicum maximum* por todos os lados da sementeira. A sementeira do feijão-de-porco foi realizada em 02/02/2023. No dia da realização do ensaio, 146 dias após a sementeira, 28/06/2023, caracterizou-se a lavoura de feijão-de-porco, obtendo-se os valores médios: espaçamento entre covas (duas plantas) de 58 cm, espaçamento entre linhas de 77 cm, altura das plantas de 1,25 metros e com baixa incidência de capim-colonião na faixa de feijão-de-porco. Foto da área encontra-se na Figura 5. Estas avaliações ocorreram em quatro locais ao longo da faixa, distanciados 7 metros entre si.

O material combustível de capim-colonião estava com aproximadamente 1,75 metros de altura, em processo de seca em suas folhas e início de florescência. Foram colocadas quatro varas graduadas de altura de 3 metros ao longo do ensaio, a 1,0 m do início da faixa de feijão-de-porco, para medição da altura das chamas.

Foi realizado aceso, a fim de controlar possível alastramento do fogo e o ensaio foi acompanhado pela Defesa Civil e por uma Unidade de Bombeiros do município de Seropédica. O ensaio contou com a utilização de termômetros digitais do modelo InfraRed & K-Type Thermometer, para marcação da temperatura durante a queima e cronômetros digitais para marcação do tempo de queima.



Figura 5: Fotos da cortina de segurança de *Canavalia ensiformis* no ensaio 3.

A queima foi realizada por volta de 14:00 horas, cuja temperatura ambiente era de 26,8 °C, umidade relativa do ar de 53%, velocidade média do vento de 2,7 m/s e radiação solar de 1.701 KJ/m² (dia sem nuvens). Calculando o índice de risco de incêndio pela fórmula de Monte Alegre Alterada e com base na Tabela de trabalho de Vieira et al. (2020), o risco de incêndio no dia do ensaio estava na classe severa, ou muito alta. No momento em que o fogo atingiu cada material iniciou-se a cronometragem do tempo, finalizando após cessar o fogo ou não ter mais material combustível para combustão. Final da queima, foi atribuída nota de 0 (não houve queima) a 10 (queima total do material).

4. RESULTADOS

4.1. Ensaio 1 – Combustão de *Canavalia ensiformis*

Constata-se na Tabela 1 e fotos da Figura 6, que não houve combustão de *Canavalia ensiformis*. Como esperado, ocorreu a queima total das acículas de *Pinus caribea*.

Tabela 1 - Comportamento da combustão de três materiais, campus da UFRRJ, Seropédica

Materiais	Velocidade de propagação (cm/s)	Altura média das chamas (m)	Intensidade do fogo (kWm)
Acículas de <i>Pinus</i>	0,39	1,30	456,00
<i>Panicum maximum</i>	0,34	0,33	35,00
<i>Canavalia ensiformis</i>	0,00	0,00	0,00



Figura 6: Resultado da combustão dos materiais combustíveis campus UFRRJ.

As notas de combustão no final do processo, avaliadas visualmente, foi de 10,0 para acículas de *Pinus caribea*; 7,5 para *Panicum maximum* e 0,0 para *Canavalia ensiformis*, indicando que este último todo o material não sofreu combustão.

4.2. Ensaio 2 – Teste de inflamabilidade de *Canavalia ensiformis*, acículas de *Pinus caribea* e *Panicum maximum*

A média do teor de umidade, com base no peso úmido, de acículas de pinus, capim-colonião e feijão-de-porco foi respectivamente de 14,1; 54,9 e 74,8% com desvio padrão de 0,3 4,7 e 0,8%, respectivamente. Estas informações evidenciam que as plantas de feijão de porco apresentam grande percentual de água em constituição, que favorece seu uso como aceiro verde, e que estes valores apresentaram pequena variação entre amostras.

Constata-se pela Tabela 2 que a velocidade de propagação do fogo foi significativamente superior nas acículas de pinus e no capim-colonião, em relação ao feijão-de-porco (conforme evidencia a Figura 7). Altura das chamas não apresentou diferenças

significativas entre os materiais, assim como também a intensidade do fogo, cujo cálculo depende diretamente desta última variável.

Tabela 2 – Teste de média de parâmetros do fogo dos testes de inflamabilidade de *Canavalia ensiformis*

Parâmetros	Acículas e Feijão-de-porco	Capim-colonião e Feijão-de-porco
Tempo (segundos) queima material	31,7 e 109,0**	49,5 e 31,7*
Altura média das chamas (cm)	32 e 25 ^{n.s}	26 e 25 ^{n.s}
Intensidade do fogo (kWm)	28,1 e 14,3 ^{n.s}	16,2 e 14,3 ^{n.s}

** – significativo a 99% de probabilidade pelo teste t, de amostras independentes;

*- significativo a 95% de probabilidade pelo teste t, de amostras independentes;

n.s – não significativo pelo teste t, de amostras independentes ($P \geq 0,95$).



Figura 7: Resultado da combustão dos materiais combustíveis durante teste de inflamabilidade.

Ao final do ensaio, constatou-se que não houve material remanescente, isto é, houve a total queima do material vegetal combustíveis em todas as baterias realizadas.

4.3. Ensaio 3 - Teste da cortina de segurança de *Canavalia ensiformis*

Durante o Ensaio 3, o *Panicum maximum* adquiriu alturas médias de chama em torno de 2,5 e 3,5 metros e temperatura aproximada de 380°C. Todos os setores de plantas de *Canavalia ensiformes* foram invadidos pelo fogo, ocasionado pela queima na matéria orgânica seca que se encontrava no solo, com altura média de chamas, no interior dos trechos, de 50 centímetros.

As plantas de feijão-de-porco não sofreram combustão, porém apresentaram murcha frente as altas temperaturas do capim-colonião. O avanço de fogo na faixa foi por volta de 1,8

a 3,0 metros e a sua temperatura média chegou a 107°C dentro do aceiro, menos da metade em relação ao capim-colonião. Os dados do ensaio encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 - Faixa de valores dos parâmetros da queima no teste de campo com a faixa de *Canavalia ensiformis*

Parâmetros	Faixa de Valores
Altura chama no capim-colonião (m)	2,5 a 3,5
Temperatura do fogo no capim-colonião (°C)	380
Feijão-de-porco incendiou?	Não
Avanço do fogo na faixa de feijão-de-porco (m)	1,8 a 3,0
Altura das chamas feijão-de-porco (m)	0,4 a 0,8
Temperatura do fogo no feijão-de-porco (°C)	107



Figura 8: Teste de aceiro verde de *Canavalia ensiformis*, em condições de campo.

5. DISCUSSÃO

Os resultados do ensaio 1 indicam que *Canavalia ensiformis* não sofreu combustão (Tabela 1) devido provavelmente ao teor de água em torno de 75% - muito superior as acículas. O estudo indica também que essa herbácea apresenta menor inflamabilidade do que os outros materiais testados, pois no teste de inflamabilidade (Tabela 2), a velocidade de propagação do fogo foi significativamente inferior em comparação aos outros materiais. No teste de campo (Tabela 3), observa-se que, apesar do fogo atingir em alguns pontos toda a largura da faixa de feijão-de-porco, em determinados locais, esta foi inferior a 2,0 metros e a temperatura foi bem

menor do que na área do *Panicum maximum*. Estes resultados indicam que *Canavalia ensiformis* é pouco propenso a combustão (plantas com altura média de 1,4 m e antes de produzir vagens) e pode ser usado para aceiros verdes.

Vale ressaltar, que diversos estudos, se diferenciam por métodos, onde alguns dos citados tem seus experimentos realizados em ambientes fechados e controlados, como o caso de estudos realizados em laboratórios e contando com auxílio de instrumentos sofisticados, como o epirradiador (AMERICO et al., 2021; KOVALSYKI et al., 2016), enquanto outras, foram também realizados por constatações de queimas em local aberto (VASCONCELOS et al., 2020; SOUZA; VALE, 2019; BATISTA; BIONDI, 2009).

Existem trabalhos no Brasil que indicam plantas herbáceas para aceiros verdes ou cortinas de segurança, como de Souza e Vale (2019), realizado em campo, indicando a *Lavoisiera bergii*, nativa do cerrado. Trabalhos que foram parcialmente ou totalmente realizados em laboratórios, como de Kovalsyki et al. (2016), Vasconcelos et al. (2020) e Américo et al. (2021) recomendam plantas arbustivas / arbóreas, como *Tabebuia aurea*, *Vochysia thyrsoidea* e *Cnidocolus quercifolius*, todas menos propensas ao fogo devido ao seu alto teor de umidade e sua relação a baixa inflamabilidade, para este fim. Por outro lado, trabalho de Américo et al. (2021) não recomendam *Eriotheca gracilipes*, por exemplo, por causa de seu maior índice de inflamabilidade assim como Vasconcelos et al. (2020) acabam por não recomendar o uso de *Cenostigma bracteosum*, graças a seu elevado poder calorífico do lenho, fator importante quando se trata do uso destas espécies com maior porte aéreo, a baixa umidade presente em suas folhas e alto tempo de combustão.

6. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos através das queimas com material combustível da espécie de planta *Canavalia ensiformis* L. (DC.), pode-se inferir que essa espécie possui características que sugerem uma baixa capacidade de se inflamar. O potencial dessa espécie vegetal, no contexto de utilização em aceiros verdes, se demonstrou promissor e adequado.

Ainda assim, a espécie necessita de mais estudos quanto ao espaçamento adequado e número de linhas formando a faixa para aplicabilidade em cortinas de segurança, assim como os períodos de desenvolvimento em que seja possível extrair a maior eficiência da espécie no uso como cortina de segurança.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, E. L. DE. et al. Crescimento de feijão-de-porco na presença de chumbo. **Bragantia**, v. 67, n. 3, p. 569–576, 2008.

ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M.; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Características de adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 175-185, 1995.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, 2013, v. 22, n. 6, p. 711-728.

AMERICO, N. et al. Avaliação da inflamabilidade de espécies vegetais do Cerrado. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 9, n. 2, p. 187-191, 2021.

ANTONIOLLI, Z. I.; KAMINSKI, J. Micorrizas. **Ciência Rural**, v. 21, p. 441-455, 1991.

AXIMOFF, I; RODRIGUES, R. C. Histórico dos incêndios florestais no Parque Nacional do Itatiaia. **Ciência Florestal**, v. 21, p. 83-92, 2011.

BATISTA, A. C.; BIONDI, D. Avaliação da inflamabilidade de *Ligustrum lucidum* Aiton (Oleaceae) para uso potencial em cortinas de segurança na região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 4, p. 435-439, 2009.

BATISTA, A. C. et al. 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: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FIRE ECONOMICS, PLANNING, AND POLICY: CLIMATE CHANGE AND WILDFIRES, 4., Mexico City, 2012. **Proceedings...** Mexico City: [s. n.], 2012.

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; [...]; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, 28 de maio de 2012.

BYRAM, G. M. Combustion of forest fuels. In: Davis, K.P. (Ed.) **Forest fire: control and use**. New York: McGraw Hill, 1959. p 77-84.

CALEGARI, A. et al. **Leguminosas para adubação verde de verão no Paraná**. 1995.

CARVALHO, M. L. et al. **Guia prático de plantas de cobertura: aspectos filotécnicos e impactos sobre a saúde do solo**. Piracicaba: ESALQ-USP, 162p., 2022.

CHULL, B. et al. Forest Management in the Interface: Reducing Fire Risk: FOR 179/FR249, rev. 8/2012. **EDIS**, v. 2012, n. 10, 2012.

CHANGE, I. P. O. 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. **Institute for Global Environmental Strategies, Hayama, Kanagawa, Japan**, 2006.

COCHRANE, M. A. Fire science for rainforests. **Nature**, v. 421, n. 6926, p. 913-919, 2003.

CORRÊA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. In: Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. 1984. p. 687-687.

FÉLIX, G. A. et al. Avaliação da eficiência de combate aos incêndios florestais em unidades de conservação brasileiras. **Floresta**, v. 48, n. 1, p. 113-122, 2018.

HEINRICH, R.; VITTI, G. C.; MOREIRA, A.; FANCELLI, A. L. Produção e estado nutricional do milho em cultivo consorciado intercalar com adubos verdes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 1, p. 225- 230, 2002.

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

IBAMA – **Roteiro Metodológico para a Elaboração de Plano Operativo de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais**. Brasília, 2002.

INPE - INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS (Brasil). **Programa Queimadas**. Disponível em: https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/estatisticas_estados/. Acesso em: 04 jul.2023.

KOVALSYKI, B. et al. 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.

- KOVALSYKI, B. et al. Avaliação de espécies arbóreas para composição de cortinas de segurança contra incêndios florestais. **Nativa**, v. 7, n. 2, p. 197-203, 2019.
- LEONEL, M. O uso do fogo: o manejo indígena e a piromania da monocultura. **Estudos Avançados**, v. 14, n. 40, p. 231–250, set. 2000.
- LIMA FILHO, O. F. et al. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: Fundamentos e Prática. Volume 1.** In: – 2. edição. rev. atual. – Brasília, DF: Embrapa, 2023 p. 74-78.
- LISBOA, A. C. **Estratégias de controle de plantas daninhas em povoamentos visando restauração florestal na região Norte Fluminense.** 2021. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2021.
- MURRAY, B. R. et al. An integrated approach to identify low-flammability plant species for green firebreaks. **Fire**, v. 3, n. 2, p. 9, 2020.
- NEVES, M. C. P. et al. Sistema integrado de produção agroecológica ou fazendinha agroecológica do km 47. Agroecologia: princípios e técnica para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília: **Embrapa-Informação Tecnológica**, p. 147-172, 2005.
- NEWMANN, A. L.; SNAPP, R. R. **Beef cattle.** 7. ed. New York: John Willey, 1977. 883 p.
- NUÑEZ-REGUEIRA, L.; AÑON, J. A. R.; CASTIÑEIRAS, J. P. Calorific values and flammability of forest species in Galicia coasta and hillside zones. **Bioresource Technology**, v. 57, n.3, p. 283-289, 1996.
- PERIN, A. et al. Desempenho agrônômico de milho consorciado com feijão-de-porco em duas épocas de cultivo no sistema orgânico de produção. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 903-908, 2007.
- RAMALHO, A. H. C. et al. Eficiência de combate aos incêndios florestais em Unidades de Conservação brasileiras. **Nativa**, v. 9, n. 4, p. 393-400, 2021.
- REZENDE, E. I. P. et al. Biocarvão (biochar) e sequestro de carbono. **Revista virtual de química**, v. 3, n. 5, p. 426-433, 2011.
- 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.
- SANTOS, J. P. C. R. et al. Avaliação dos grupos funcionais de insetos atraídos por adubos verdes. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 2016.
- RODRIGUES, J. E. L. F. et al. **A importância do feijão de porco (Canavalia ensiformis DC) como cultura intercalar em rotação com milho e feijão caupi em cultivo de coqueirais no município de Ponta-de-Pedras/Marajó-PA.** 2004.
- SANTANA, J. E. S. et al. Grasses control strategies in setting restoration stand of the Atlantic Forest. **Floram**, v. 27, p. 1-10, 2020.
- SANTOS, F. A. M. et al. Consórcio de espécies arbóreas com leguminosas herbáceas como estratégia para restauração florestal. **Advances in Forestry Science**, v. 6, n. 2, p. 589-593, 2019.
- SCHUMACHER, M. V.; DICK, G. **Incêndios florestais.** 3. edição. Universidade Federal de Santa María, Brasil, p. 115, 2018.

SILVA, C. A. et al. Fire occurrences and greenhouse gas emissions from deforestation in the Brazilian Amazon. **Remote Sensing**, v. 13, n. 3, p. 376, 2021.

SILVA, M. N. da. **População de plantas e adubação de nitrogenada em algodoeiro herbáceo irrigado**. 2001. 52 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SILVA JUNIOR, C. A. DA. et al. Persistent fire foci in all biomes undermine the Paris Agreement in Brazil. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 16246, 2020.

SOARES, R.V.; BATISTA, A. C. **Incêndios florestais: controle, efeitos e uso do fogo**. Curitiba: Ronaldo Viana Soares e Antonio Carlos Batista. Editores Autônomos, 2007. v.1, 250p.

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

SOUZA, M. A.; VALE, A. T. 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.

TEODORO, R. B. et al. Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no Cerrado do Alto Vale do Jequitinhonha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 2, p. 635–640, 2011.

VASCONCELOS, A. D. M. et al. 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.

TORRES, F. T. P. et al. **Manual de prevenção e combate de incêndios florestais**. Viçosa: Os Editores, 178p., 2020.

VIEIRA, H. J. et al. **Risco de incêndio florestal: Fórmula de Monte Alegre (FMA)**. Florianópolis: Epagri, 2020. 6p. (Relatório do sistema AGROCONNECT)

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**, Rosyn, v. 19, n. 2, p. 213-227, 2010.

XAVIER, D. F.; CARVALHO, M. M.; BOTREL, M. A. Resposta de *Cratylia argentea* à aplicação em um solo ácido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 1, p. 14-18, 1997.