



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

ENDEL BAPTISTA IGNÁCIO DE OLIVEIRA

**EFICIÊNCIA DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES NO CONTROLE DE
PLANTAS DANINHAS PARA RESTAURAÇÃO FLORESTAL**

Prof. Dr. Paulo Sérgio dos Santos Leles
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
Abril – 2022



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

ENDEL BAPTISTA IGNÁCIO DE OLIVEIRA

**EFICIÊNCIA DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES NO CONTROLE DE
PLANTAS DANINHAS PARA RESTAURAÇÃO FLORESTAL**

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 Leles
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
Abril – 2022

**EFICIÊNCIA DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES NO CONTROLE DE
PLANTAS DANINHAS PARA RESTAURAÇÃO FLORESTAL**

ENDEL BAPTISTA IGNÁCIO DE OLIVEIRA

APROVADA EM: 20/04/2022

BANCA EXAMINADORA:

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

Eng. Anthony Cortes Gomes – UFRRJ
Membro

Dr. Jorge Makhlouta Alonso – Embrapa
Membro

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, amigos e à Vida.
Obrigado por tudo.*

AGRADECIMENTOS

À Consciência Divina que sempre esteve comigo mesmo nos meus momentos mais profundos de inconsciência e me deu suporte do início ao fim durante essa importante etapa da minha vida.

Aos meus pais por terem me amparado com tudo até aqui, vocês sempre serão a maior referência que eu vou ter para ser alguém melhor todos os dias.

Aos meus amigos Nilson, Tércio, Júlio, Karloz, Rodrigo, Renan, Miryelle, que tornaram minha experiência nessa universidade a mais divertida de todas! Estar com vocês tornava até a comida do bandex mais gostosa.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro por ter sido uma escola de crescimento e evolução para mim, tanto acadêmica quanto espiritual. Sou grato a todos os encontros que minha mãe ‘Rural’ me deu.

Ao meu orientador prof. Dr. Paulo Leles por ter topado de prontidão ser meu orientador da monografia e por todos os seus ensinamentos.

Ao Anthony por ter me acompanhado em todas as etapas do campo, inclusive no ano novo e em dias de chuva, além de ter me ensinado tudo o que eu ainda não sabia sobre fito e herbicidas.

Ao Prof. Aroldo e Eduardo por terem aplicado os herbicidas.

Ao Jorge pela disponibilidade de fazer parte da banca.

RESUMO

OLIVEIRA, Endel Baptista Ignácio de. **Eficiência de herbicidas pré-emergentes no controle de plantas daninhas para restauração florestal**. 2022, 17p., Monografia (Trabalho de Conclusão Curso de Engenharia Florestal). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2022.

A presença de plantas herbáceas em áreas de restauração florestal pode ocasionar prejuízos aos povoamentos plantados devido à competição, resultando na diminuição da captação dos recursos necessários ao crescimento das espécies arbóreas, surgindo a necessidade de estratégias de controle. Objetivou-se avaliar, por meio da fitossociologia, a eficiência de quatro herbicidas pré-emergentes no controle de plantas daninhas na formação de povoamentos com espécies arbóreas em área de restauração florestal. O estudo foi conduzido em área experimental adjacente ao Instituto de Florestas, localizado na UFRRJ, município de Seropédica-RJ, adotando espaçamento das covas de 4,5 x 3,5 m. A aplicação dos herbicidas foi realizada aos cinco dias após o plantio e foram adotados quatro tratamentos e uma testemunha: T1 – aplicação de Indaziflam; T2 – aplicação de Oxyfluorfen; T3 – aplicação de Isoxaflutole e T4 – aplicação de Flumioxazina e T0 - testemunha. Todos os herbicidas foram aplicados apenas na linha de plantio, onde cada tratamento caracterizou uma linha e o tratamento testemunha nas entrelinhas. Após 90 dias de aplicação, foi realizado levantamento fitossociológico das plantas espontâneas para os cinco tratamentos. Observou-se a presença de três espécies de plantas daninhas com valor de importância para reflorestamento na área, sendo elas *Panicum maximum*, *Urochloa decumbens* e *Urochloa plantaginea*. Dentre os quatro herbicidas utilizados, o herbicida à base de Flumioxazina apresentou maior eficiência no controle das três espécies na linha onde foi aplicado, os herbicidas Indaziflam, Isoxaflutole e Oxyfluorfen também se mostraram eficientes no controle de *U. decumbens* e *P. maximum*, mas foram ineficientes no controle de *U. plantaginea*.

Palavras-chave: reflorestamento, plantas invasoras, ingredientes ativos de herbicidas, silvicultura, espécies arbóreas.

ABSTRACT

The presence of herbaceous plants in forest restoration can cause damage to tree seedlings due to competition, which can reduce the capture of resources necessary for their development, resulting in the need for weed control strategies. The objective of this experiment was to evaluate, through phytosociology, the efficiency of four pre-emergent herbicides to control weeds in the formation of forest restoration stands. The study was carried out in an experimental area adjacent to the Instituto de Florestas, located at UFRRJ, municipality of Seropédica-RJ, adopting a pit spacing of 4.5 x 3.5 m. The application of herbicides was carried out five days after planting the seedlings. Four treatments and a control were adopted: T1 – application of Indaziflam; T2 – application of Oxyfluorfen; T3 – application of Isoxaflutole and Indaziflam and T4 (Flumizin) – application of Flumioxazin and T0 - control. All herbicides were applied only in the planting line, where each treatment characterized a line, and the control treatment was between lines. After 90 days of application, a weeds phytosociological survey was carried out for the five treatments. Three weed species of importance for reforestation were observed in the area, namely *Panicum maximum*, *Urochloa decumbens*, and *Urochloa plantaginea*. Among the four herbicides used, Flumizin showed greater efficiency in controlling the three weed species in the line where it was applied. The herbicides Alion, Provence, and Oxyfluorfen, were also efficient in controlling *U. decumbens* and *P. maximum* but were inefficient in controlling *U. plantaginea*.

Keywords: reforestation, invasive plants, herbicide active ingredients, silviculture, tree species.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 Controle de plantas daninhas na formação de povoamentos florestais....	2
2.2 Herbicidas pré-emergentes em reflorestamentos	2
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	3
3.1 Área de estudo.....	3
3.2 Caracterização do experimento.....	4
3.3 Avaliação de Fitossociologia.....	5
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	7
5 CONCLUSÃO.....	13
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	13

1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica ostenta vasta riqueza de espécies arbóreas com potencial para variados usos, tanto madeireiros, quanto não-madeireiros. Infelizmente, a exploração dessas espécies foi coordenada de forma insustentável durante muitos anos, resultando na redução de áreas de vegetação nativa e das populações de plantas. Diante desse cenário, alterações promovidas na legislação ambiental nas últimas décadas e políticas públicas de incentivo à restauração de ecossistemas florestais têm sido adotadas. Projetos de reflorestamento de porte significativo no bioma Mata Atlântica têm sido promovidos principalmente por organizações não governamentais (ONGs), comitês de bacias hidrográficas e empresas privadas por meio de Termos de Ajustamento de Conduta, os quais regulamentam compensações obrigatórias.

Entre as técnicas de restauração existentes, a que preconiza o plantio de mudas de espécies arbóreas nativas tem sido a mais utilizada (MAGNAGO et al., 2015). Entretanto, o crescimento das espécies arbóreas desses povoamentos ocorre de maneira relativamente lenta e os plantios geralmente são realizados em áreas dominadas por gramíneas exóticas, geralmente de origem africana. Quando comparadas às espécies arbóreas, essas gramíneas possuem maior eficiência no uso de água e alto desempenho fotossintético, devido às suas características fisiológicas e em situações de alta luminosidade e temperatura (PEREIRA et al., 2014). Também apresentam capacidade de extrair nutrientes do solo (MEDEIROS et al., 2016), lhes conferindo maior potencial competitivo e limitando o estabelecimento e o desenvolvimento do povoamento florestal. Desse modo, o controle dessas gramíneas é fundamental para o sucesso de qualquer reflorestamento.

Normalmente o controle de gramíneas é realizado por operações de roçada e coroamento manual, as quais possuem alta influência nos custos da restauração florestal quando comparadas ao controle químico (KLIPPEL et al., 2015; RESENDE e LELES, 2017; SANTOS et al., 2018). O emprego de herbicidas na restauração florestal pode ser considerado um método eficiente, visto que alguns herbicidas podem controlar diversas gramíneas, reduzindo a competição e levando a taxas maiores de sobrevivência e crescimento das espécies arbóreas (SILVA et al., 2009; MONQUERO et al., 2011; SCORIZA et al., 2015).

Com base em sua seletividade, época de aplicação (pré ou pós-emergente), translocação (de contato ou sistêmico) e mecanismo de ação, os herbicidas podem ser classificados em grupos (SILVA, et al, 2009). Os herbicidas pré-emergentes são produtos utilizados para controlar as plantas daninhas antes de sua emergência no solo, de maneira geral, oferecem a vantagem de controlar essas espécies antes de se tornarem um empecilho competindo com a cultural principal, provocando a mortalidade ou redução do rendimento dessas espécies. Tratando-se de plantios para restauração florestal, geralmente opta-se pelo uso de herbicida pós-emergente sistêmico de ação total, com destaque para os que possuem o glyphosate como ingrediente ativo (RESENDE e LELES, 2017).

Apesar do glyphosate ser o herbicida mais utilizado em restauração, estudos recentes têm avaliado a eficácia de outras moléculas para o controle de plantas daninhas em áreas de processo de restauração florestal. Em estudo realizado por Oliveira (2017), avaliou-se a seletividade e eficácia de dez herbicidas diferentes aplicados em pós-emergência no controle de plantas daninhas em plantio com espécies arbóreas nativas visando a restauração. Entretanto, ainda que herbicidas pré-emergentes apresentem potencial para o controle de daninhas em plantios visando a restauração, estudos sobre a interação dessas moléculas com as espécies arbóreas nativas ainda se encontram incipientes (BRANCALION, 2009). Em contraste aos herbicidas pós-emergentes, estes herbicidas apresentam maior tempo de efeito residual no solo, sendo um dos principais fatores que definem a eficiência no controle das plantas daninhas durante o período crucial de mato competição (MONQUERO et al., 2008). O objetivo deste trabalho foi avaliar, por meio da fitossociologia, a eficiência de quatro herbicidas pré-

emergentes no controle de plantas daninhas em área em processo de restauração florestal, município de Seropédica-RJ.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Controle de plantas daninhas na restauração florestal

O sucesso de um plano de restauração florestal depende, dentre vários fatores do controle de plantas daninhas invasoras que surgem como grande obstáculo no estabelecimento das espécies florestais na área a ser restaurada (GONÇALVES et al., 2018). Boa parte desse grupo de plantas é adaptada a condições de intensa luminosidade e temperatura (plantas com metabolismo C₄) e são altamente competidoras por água e nutrientes, mesmo em solos marginais (BRIGHENTI; OLIVEIRA, 2011) o que prejudica o crescimento e a produção de espécies de interesse florestal. Em estudo realizado por Faria et al. (2018) avaliando a sobrevivência de quatro espécies arbóreas em plantio misto, realizando o controle das plantas daninhas durante 11 meses e suspendendo o mesmo nos 11 meses seguintes, observou que a ausência de controle de *Urochloa brizantha* prejudicou significativamente a sobrevivência das mudas, levando a morte total de indivíduos das espécies *Cariniana legalis* e *Pterigota brasiliensis*.

Segundo Resende e Leles (2017) grande parte das iniciativas de restauração florestal não proporcionam o estabelecimento das plantas arbóreas, devido ao controle ineficiente das plantas daninhas, ocorrendo morte de muitas das mudas plantadas. De acordo com Leles et al. (2015) devido à constante necessidade de intervenção para o controle de plantas espontâneas, os custos de controle pelos métodos tradicionais podem ser de até 60% dos gastos de um projeto de restauração florestal nos três primeiros anos após o plantio.

Por conta de sua maior efetividade no controle dessas plantas e seu baixo custo em relação a outros métodos, a utilização de herbicidas na restauração florestal vem aumentando (SANTANA, 2019; SANTOS et al., 2020). Para o controle de plantas daninhas no reflorestamento, utilizam-se, em geral, os herbicidas não seletivos em pós-emergência, sendo os herbicidas pré-emergentes, ainda pouco utilizados (LELES et al., 2017).

2.2 Herbicidas pré-emergentes em reflorestamentos

Os herbicidas pré-emergentes apresentam efeito residual no solo, o que lhes confere uma vantagem no desenvolvimento inicial da cultura de interesse (MONQUERO et al., 2008). Estes produtos promovem a diversificação dos mecanismos de ação, participando também na diminuição do banco de sementes das plantas daninhas no solo (AMIM et al., 2016; SCHERER et al., 2017).

É importante observar o período residual das moléculas desses produtos no ambiente, para assegurar que não ocorra contaminação com consequências para bacias hidrográficas, fauna e flora nessas áreas (SCORIZA et al., 2015). De acordo com Machado et al. (2012), o glyphosate, herbicida sistêmico mais utilizado em manejos de reflorestamento, sendo aplicado nas doses recomendadas apresenta pouco poder de interferir no ambiente, nas espécies não-alvos e na microbiologia do solo.

Apesar do potencial dos herbicidas pré-emergentes no controle de plantas daninhas, o estudo dos efeitos desses produtos em relação às espécies nativas é indispensável para assegurar que não ocorra fitotoxicidade e eventual mortalidade (BRANCALION et al., 2009). Em estudo realizado por Monquero et al. (2011), testando a seletividade dos herbicidas imazapyr, sulfentrazone, metribuzin e glyphosate em árvores nativas da mata atlântica, os autores

observaram o efeito de fitotoxicidade para algumas das espécies em relação aos herbicidas aplicados, sendo o glyphosate o que menos gerou esses sintomas.

De acordo com Machado et al. (2010), os ingredientes ativos mais utilizados em pré-emergência na silvicultura são o flumioxazin, isoxaflutole, oxyfluorfen e sulfentrazone. Enquanto o herbicida indaziflam apresenta grande potencial para uso em pré-emergência em áreas de restauração florestal, devido ao seu longo período residual no solo (GUERRA et al., 2016).

Flumioxazin é um herbicida pertencente ao grupo químico ciclohexenodicarboximida, com aplicação na pré e pós emergência de plantas eudicotiledôneas (principalmente) e algumas monocotiledôneas (JAREMTCHUK et al., 2009; TIBURCIO et al., 2012) sendo responsável pela inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX) (HAO et al., 2011; RODRIGUES e ALMEIDA, 2018). Os sintomas associados aos inibidores da PROTOX nas plantas daninhas sensíveis ao herbicida podem ser observados pela perda da clorofila e dos carotenóides, tornando as folhas brancas ou cloróticas, murchas e com necrose (MARCHI et al., 2008; CARVALHO e LÓPEZ-OVEJERO, 2008; OLIVEIRA JR., 2011).

Indaziflam é um herbicida pertencente ao grupo químico alquilazina (alkylazine), seu mecanismo de ação atua no impedindo da formação da parede celular (TOMPKINS, 2010), utilizado no controle de plantas eudicotiledôneas e monocotiledôneas na pré-emergência (PERRY et al., 2011; BROSNAN et al.; 2012). É considerado o inibidor mais potente da parede celular já descoberto, com período residual do solo superior a 150 dias. (MYERS et al., 2009; KAAPRO e HALL, 2012).

O isoxaflutole é um herbicida pré-emergente pertencente ao grupo dos benzoilisoaxazoles, utilizado para controle em pré-emergência de plantas eudicotiledôneas (algumas) e monocotiledôneas, sua absorção ocorre predominantemente pelo meristema apical das plântulas e nas raízes (Machado et al., 2010). Seu mecanismo de ação atua na inibição da biossíntese dos carotenóides, levando à perda da pigmentação foliar, clorose e posterior morte das plântulas, seu principal sintoma pode ser observado pelo surgimento de um “branqueamento” dos tecidos fotossintéticos nas plantas daninhas afetadas (RODRIGUES e ALMEIDA, 2005).

O oxyfluorfen, pertencente ao grupo dos éteres difenílico, é um herbicida com aplicação em pré ou pós emergência, indicado para o controle de gramíneas e plantas daninhas de folha larga, sendo utilizado em diversas culturas de campo como café, cana de açúcar, eucalipto e pinus (THAKARE et al., 2002; SHREFLER et al., 2004; RODRIGUES e ALMEIDA, 2011; SONDHIA e DIXIT, 2007). Assim como o flumioxazin, tem como mecanismo de ação a inibição da protoporfirinogênio oxidase (PROTOX) (BARBERIS et al., 2009). Possui meia-vida no solo de 30 a 40 dias e efeito residual de até seis meses. A degradação desse herbicida ocorre principalmente por fotólise, obtendo um maior período de efeito residual em áreas com condições de sombreamento e umidade (RODRIGUES e ALMEIDA, 2011).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

O experimento foi realizado no município de Seropédica, situado a 22° 44' 38'' S de latitude, 43° 42' 27'' W de longitude e 26m de altitude, pertencente ao estado do Rio de Janeiro. A área usada para condução do estudo é um arboreto que está sendo formado em comemoração pela conclusão da 1ª turma do Curso *Lato Sensu* do Programa de Pós-graduação em Arborização Urbana da UFRRJ, localizado em área adjacente ao Instituto de Florestas (Figura 1). O solo do

local foi classificado de forma expedita como Latossolo Vermelho Amarelo de textura areno-argilosa.

O clima da região é classificado como Aw no sistema de Köppen, tropical subúmido com temperatura média anual de 23,9° e precipitação anual média de 1.213mm (Carvalho et al., 2011).

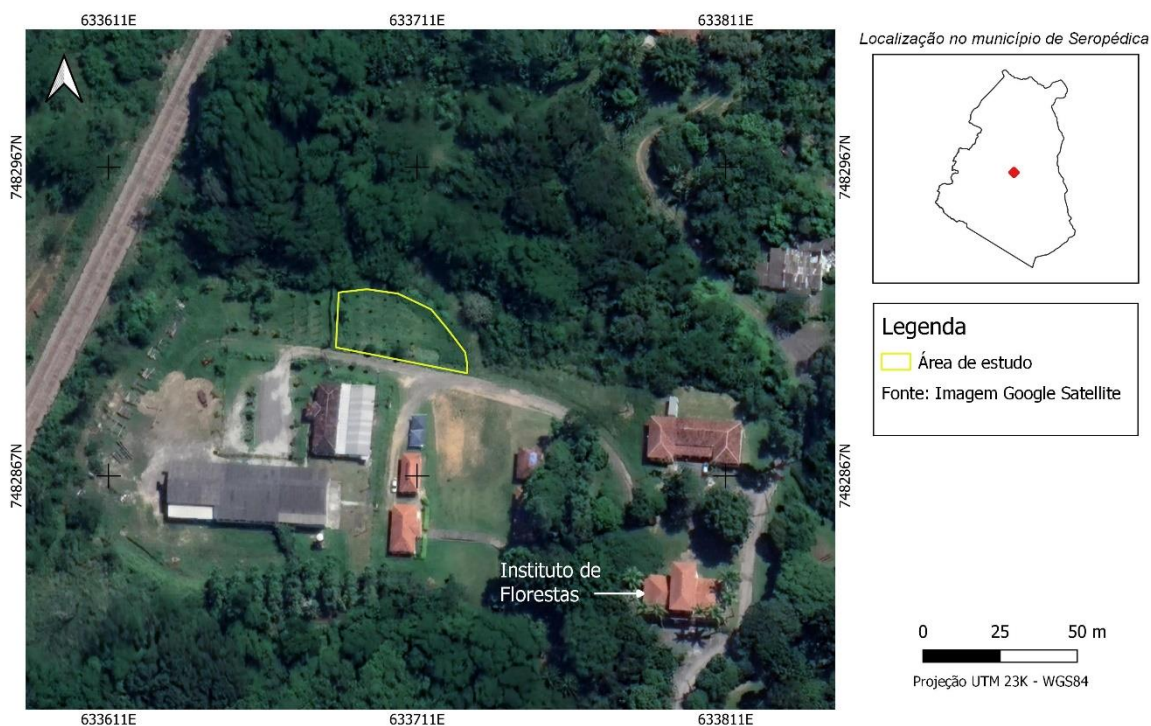


Figura 1. Localização da área do experimento no Instituto de Florestas, UFRRJ, Seropédica.

3.2. Caracterização do experimento

O experimento foi formado por testemunha e quatro tratamentos com uso de herbicidas pré-emergentes como estratégias de controle de espécies daninhas na restauração florestal. Os herbicidas foram: T1 – aplicação de herbicida à base de Indaziflam na dose de 75 g ha⁻¹; T2 – aplicação de herbicida à base de Oxyfluorfen na dose de 960 g ha⁻¹; T3 – aplicação de herbicida à base de Isoxaflutole na dose de 150 g ha⁻¹; T4 – aplicação de herbicida à base de Flumioxazina na dose de 600 g ha⁻¹ e T0 – sem aplicação de herbicida. Todos os herbicidas foram aplicados apenas na linha de plantio. Cada tratamento caracterizou-se por uma linha.

O preparo da área foi feito com aração até 30 cm de profundidade e gradagem em área total 3 dias previamente ao plantio. Foram abertas covas circulares de 80 cm de diâmetro por 40 cm de profundidade com motocoveador e cavadeira e nestas misturou-se em torno de 20 litros de lodo de esgoto estabilizado por cova misturado com a terra. A área possui aproximadamente 700 m² e foram plantadas 36 mudas de 12 espécies arbóreas, sendo 9 plantas por linha.

Adotou-se o espaçamento entre as mudas de 4,5 x 3,5 m. O plantio das mudas foi realizado no dia 20/11/2021 e a altura das mudas no dia de plantio variava entre 1,0 a 2,5 m. As espécies utilizadas foram: *Caesalpinia leiostachya* (Benth.) Ducke (Pau-ferro), *Cariniana*

legalis (Mart.) Kuntze (Jequitibá-rosa), *Chorisia speciosa* A. St. Hil. (Paineira-rosa), *Cordia superba* Cham. (Babosa-branca), *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex A. DC.) Mattos (Ipê-amarelo), *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos (Ipê-rosa), *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) (Ipê-roxo), *Inga edulis* Mart. (Ingá-metro), *Lafoensia glyptocarpa* Koernhe (Mirindiba-rosa), *Lecythis pisonis* Cambess. (Sapucaia), *Plinia cauliflora* (Mart.) Kausel (Jabuticaba) e *Pseudobombax grandiflorum* (Cav.) A. Robyns (Embiruçu).

As aplicações dos herbicidas nas faixas de plantio foram realizadas no dia 25/11/21 nas linhas. Cada linha de aplicação continha aproximadamente 30 m de comprimento e a largura em torno de 1,5m. Para a aplicação foi utilizado pulverizador costal pressurizado com CO₂, de pressão constante, munido de uma barra equipada com duas pontas de pulverização do tipo leque AIXR, espaçadas de 0,5 m, trabalhando a pressão constante de 240 kPa, aplicando volume de calda correspondente a 200 L ha⁻¹. A dose utilizada dos herbicidas foi feita com base nas doses de bula recomendada para povoamentos florestais de eucalipto e pinus dos produtos. As aplicações foram realizadas por aplicador treinado previamente, por volta de 18 horas, em dia sem previsão de chuva e velocidade do vento inferior a 10 km h⁻¹, para que as aplicações ocorressem de maneira adequada.

3.3. Avaliação de Fitossociologia

Para identificar as espécies daninhas e avaliar a diversidade de espécies herbáceas presentes na área do estudo, foi realizada coleta fitossociológica em cada tratamento, 90 dias após a aplicação dos herbicidas. Para isto foi alocado aleatoriamente, gabarito de 0,5 x 0,5 m para cada tratamento nas linhas de plantio, coletando todos indivíduos em seu interior. Em cada linha (tratamento) foram realizadas coletas em 5 unidades amostrais (u.a.). Para o tratamento testemunha as coletas das plantas herbáceas também foram de maneira aleatória, totalizando 25 coletas. Todo material foi armazenado em sacos de papel, identificados pelo tratamento, repetição e nome do indivíduo - espécie (Figura 2). Após a coleta, o material foi colocado em estufa a 65°C por 48 horas e em seguida pesados, obtendo a massa de matéria seca.



Figura 2. Coleta dos indivíduos nos tratamentos (a) e detalhe da unidade amostral após a coleta (b). Fonte: Oliveira, 2022.

A fim de melhor aferir a presença ou ausência das plantas herbáceas em cada tratamento, foi realizada uma segunda visita à área de estudo, porém, desta vez, não foi realizada a coleta dos indivíduos nas unidades amostrais avaliadas. Ao todo foram avaliadas mais 11 u.a. e a nova avaliação constou apenas da identificação dos indivíduos presentes nas unidades amostrais onde o gabarito foi alocado, inferindo apenas no parâmetro de frequência relativa. Assim, para calcular a frequência foram usadas 16 u.a. e para dominância 5 u.a.

Foram empregados os cálculos da dominância relativa e de frequência relativa. A seguir são apresentadas as equações utilizadas:

$$\text{- Dominância relativa: } Dor = \frac{Gi}{G} * 100$$

$$\text{- Frequência absoluta: } Fabs = \frac{fi}{16}$$

$$\text{- Frequência relativa: } Frel = \frac{Fabsi}{\sum Fabs} * 100$$

Em que: Gi = massa de matéria seca total da espécie i por tratamento (g); G = somatório de massa de matéria seca de todos os indivíduos presentes no tratamento; $Fabsi$ = frequência

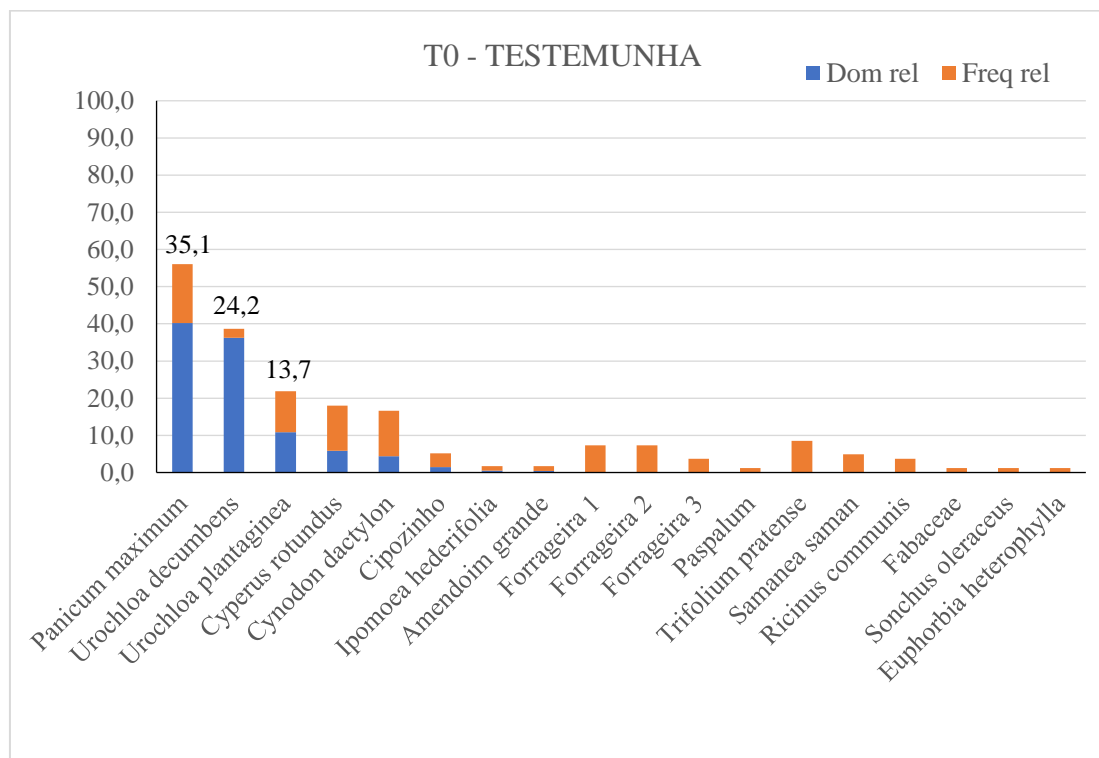
absoluta da espécie i por tratamento; $f_i = n^\circ$ de unidades amostrais que a espécie ocorre no tratamento; $\sum F_{abs}$ = somatório da frequência absoluta de todas as espécies no tratamento.

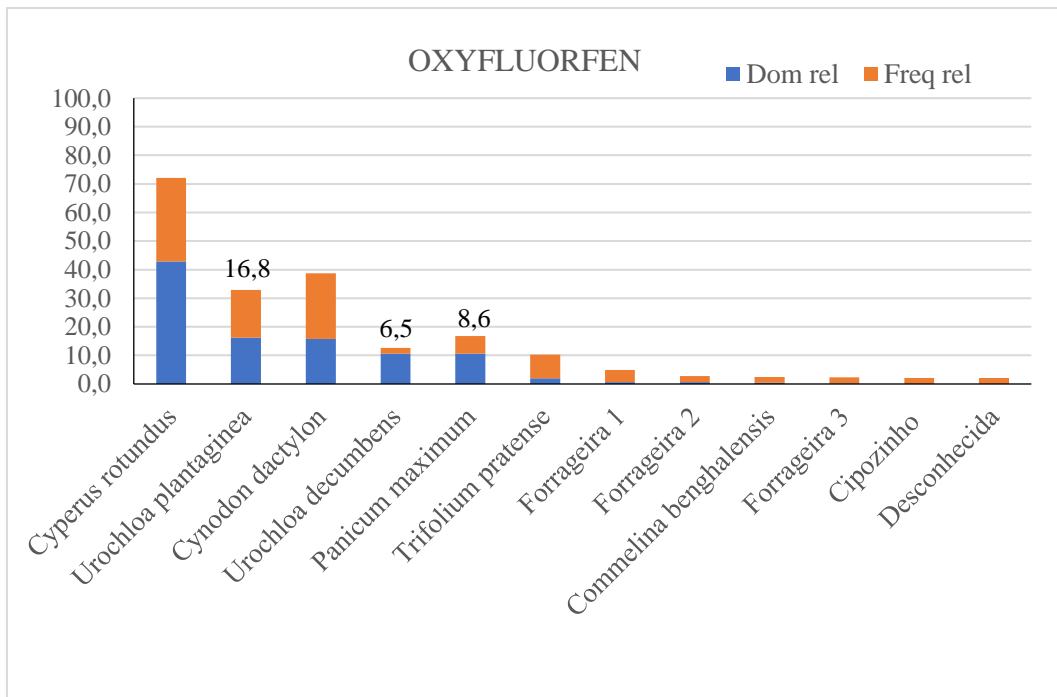
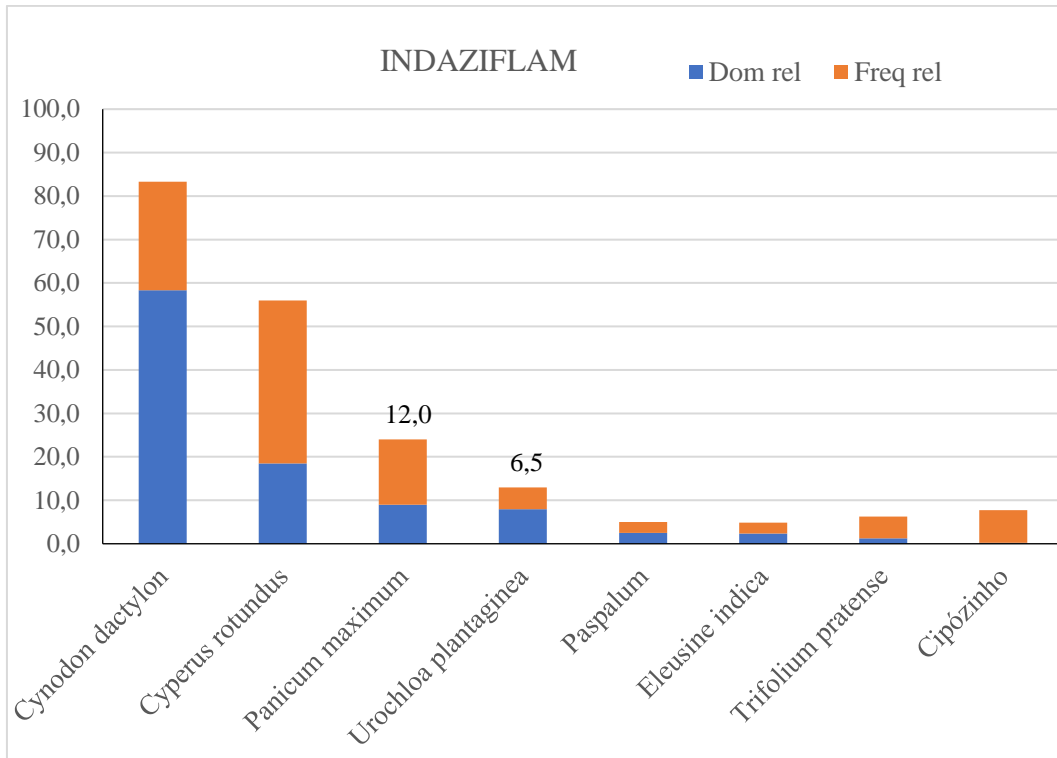
Em cada tratamento, o valor de importância da espécie foi calculado pela soma de dominância relativa e frequência relativa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constata-se pela Figura 3 que todos os quatro herbicidas pré-emergentes foram eficientes para controle de *Panicum maximum*, *Urochloa decumbens* e *Urochloa plantaginea*, que são consideradas plantas daninhas por Resende e Leles (2017) e Lisboa (2022) na formação de povoamentos para restauração florestal.

As espécies que mais se destacaram nas áreas onde não foi realizado controle foram: *Panicum maximum* (Dom. rel = 40,2; Freq. rel = 15,8 e VI = 35,1%), *Urochloa decumbens* (Dom. rel = 36,3; Freq. rel = 2,4 e VI = 24,2%), *Urochloa plantaginea* (Dom. rel = 10,9; Freq. rel = 11 e VI = 13,7%). Embora outras espécies de plantas espontâneas como *Cyperus rotundus* e *Cynodon dactylon* também tenham se destacado na testemunha e nos demais tratamentos, estas espécies não comprometem a restauração florestal e, portanto, sua presença não foi considerada como ineficácia dos tratamentos neste estudo. Segundo Resende e Leles (2017) plantas que surgem espontaneamente, mas não prejudicam o reflorestamento são consideradas aliadas nos planos de restauração, pois além de competirem com as gramíneas forrageiras, podem desempenhar papel de precursoras da fauna, ciclagem de nutrientes e no controle de formigas cortadeiras.





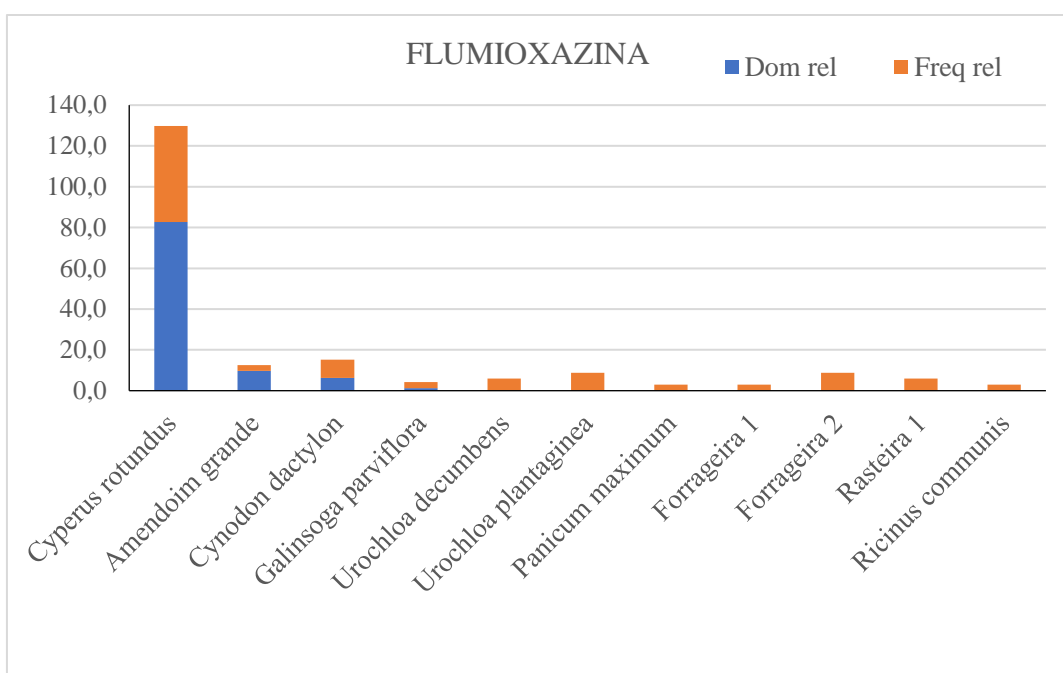
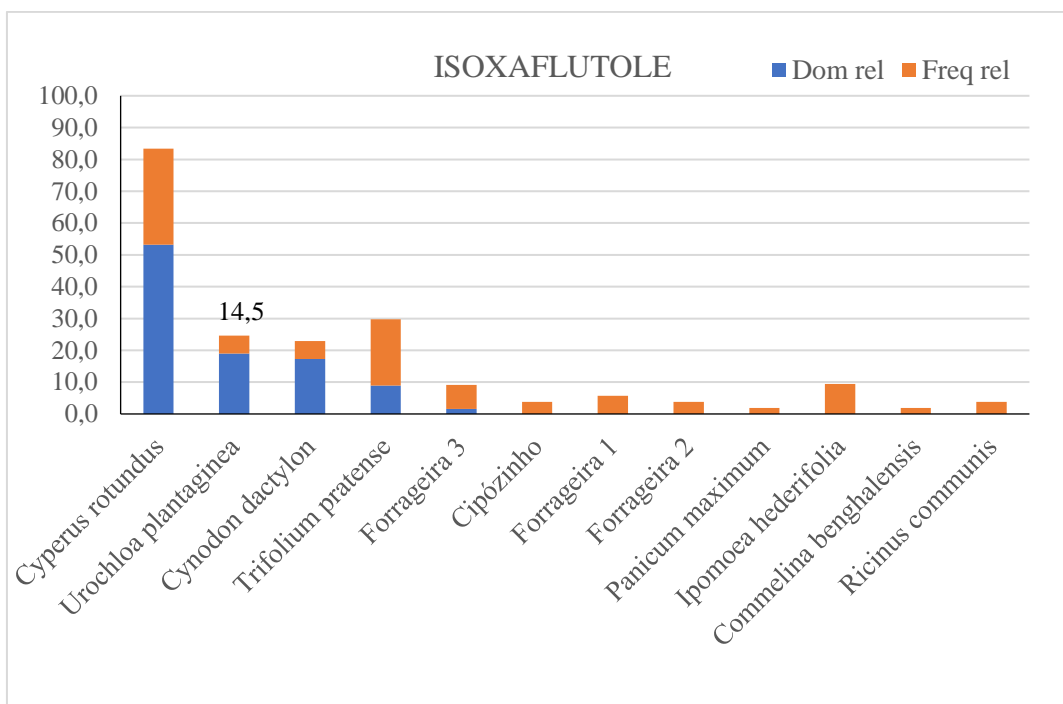


Figura 3. Fitossociologia de plantas herbáceas em tratamento testemunha e sob aplicação de quatro herbicidas. Números acima das barras representam a percentagem de valor de importância da(s) espécie(s) em cada tratamento. Espécies observadas indicadas no eixo x do gráfico. Fonte: Oliveira, 2022.

O tratamento à base de indaziflam (T1) apresentou uma redução de aproximadamente três vezes do VI da espécie *Panicum maximum* em relação à testemunha, considerado por Resende e Leles (2017) como um dos principais desafios para restauração da mata atlântica. Foi observado percentual de VI = 35,1 na testemunha e de VI = 12,0 no tratamento com aplicação de indaziflam, mostrando sua eficiência no controle desta espécie (Tabela 1). O herbicida também foi capaz de controlar com eficiência a espécie *Urochloa decumbens*, visto que sua presença não foi nem mesmo observada na linha de plantio onde foi realizado o tratamento. Em relação à *Urochloa plantaginea* houve também uma redução de aproximadamente duas vezes do VI da espécie em relação à testemunha, sendo observado VI = 13,7 na testemunha e VI = 6,5 no tratamento. Além disso, comparado à testemunha e aos outros herbicidas utilizados no estudo, o indaziflam foi o que apresentou menor diversidade de espécies de plantas espontâneas na linha de plantio, neste tratamento foram observadas apenas oito espécies, dez espécies a menos em relação ao tratamento testemunha, indicando a alta eficácia do herbicida no controle destas espécies. A utilização do indaziflam proporcionou bom controle para as três espécies (Figura 3), confirmando resultados obtidos por Ghirardello (2020) que avaliou a eficiência do herbicida na dose de 100g i.a. ha no controle destas gramíneas na cultura da cana de açúcar. Fotos da Figura 4 evidenciam o controle proporcionado pelos herbicidas em relação valor importância de *Panicum maximum*, *Urochloa decumbens* e *Urochloa plantaginea*.

Tabela 1. Valor de importância das espécies de plantas daninhas encontradas na área de estudo em cada tratamento. Números em parênteses referem-se à percentagem de valor de importância da espécie.

Tratamento	<i>P. maximum</i>	<i>U. decumbens</i>	<i>U. plantaginea</i>
Testemunha	56,0 (35,1)	38,7 (24,2)	21,9 (13,7)
Indaziflam	24,0 (12,0)	—	13,0 (6,5)
Oxyfluorfen	16,8 (12,0)	12,7 (6,5)	32,8 (16,8)
Isoxaflutole	—	—	24,67 (14,5)
Flumioxazin	—	—	—

O tratamento à base de oxyfluorfen (T2) foi eficiente no controle de *P. maximum*, apresentando VI = 8,6, sendo valor aproximadamente 4 vezes inferior ao VI do tratamento testemunha (35,1). O herbicida mostrou um resultado semelhante no controle da *U. decumbens*, apresentando VI = 6,5, este também aproximadamente 4 vezes inferior ao encontrado na testemunha (24,2). Resultados que demonstram a eficiência do oxyfluorfen aplicado na pré-emergência para o controle destas duas espécies também foram encontrados por Costa et.al., (2002) avaliando sua eficiência em área de *Pinus Caribea*. O herbicida, porém, mostrou-se ineficiente para o controle da *U. plantaginea*, ligeiramente mais dominante na linha de plantio, onde o tratamento foi realizado em comparação a testemunha, apresentando respectivamente os VI = 16,8, contra 13,7.

T0 (testemunha)



T1 (indaziflam)



T2 (oxyfluorfen)



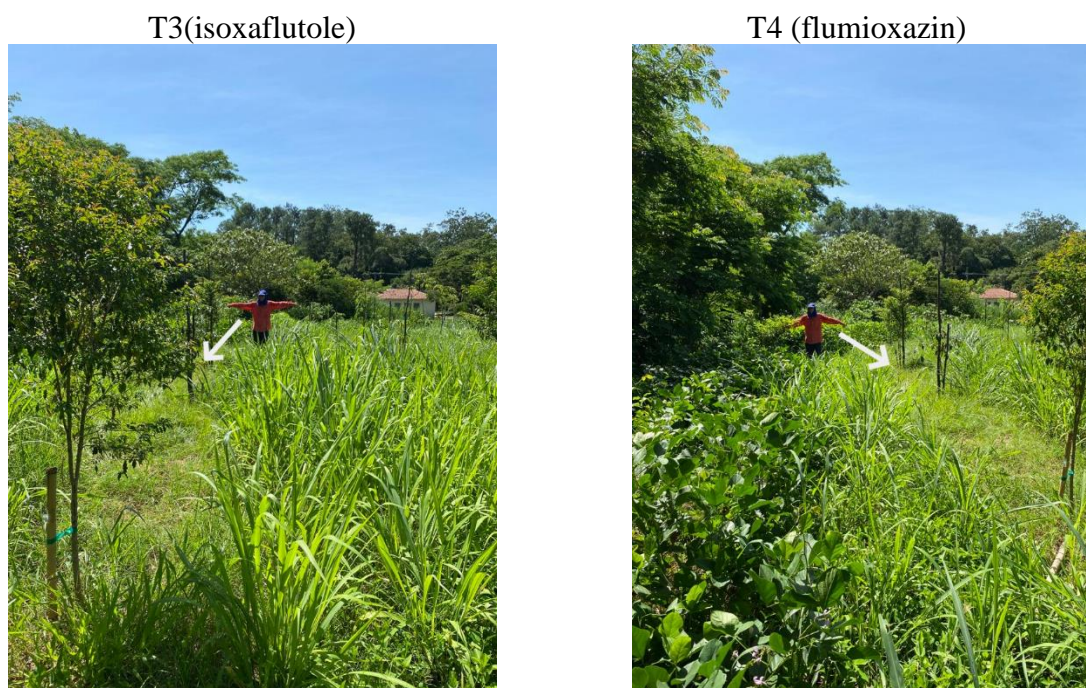


Figura 4. Tratamentos caracterizados pela aplicação de quatro herbicidas pré-emergentes nas linhas de plantio como forma de controle de plantas daninhas. Fonte: Oliveira, 2022.

O tratamento à base de isoxaflutole (T3) mostrou-se relativamente eficiente no controle de *P. maximum* e *U. decumbens*, não sendo observada a dominância das duas espécies na linha onde o herbicida foi aplicado. Por outro lado, assim como o oxyfluorfen, o herbicida foi ineficiente no controle da *U. plantaginea*, apresentando VI similar ao encontrado no tratamento testemunha. Um resultado semelhante foi encontrado por Rossi (2007), onde verificou a eficácia do herbicida isoxaflutole no controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. Embora os tratamentos à base de isoxaflutole e oxyfluorfen tenham sido ineficazes no controle da *U. plantaginea*, o controle das outras duas espécies, em ambos tratamentos, pode ter favorecido a dominância dessa espécie devido a redução da competição. Vale destacar que a ineficácia destes dois herbicidas para o controle da *U. plantaginea* não descarta sua utilização em áreas com histórico e infestações de daninhas específicas como o *P. maximum* e *U. decumbens* que tiveram seu controle verificado. Outros fatores como acessibilidade ao herbicida (ausência do produto mais eficiente e preço mais barato) também tornam a escolha destes herbicidas válidas para o controle de plantas daninhas na restauração florestal.

O tratamento à base de flumioxazin mostrou-se excelente no controle de todas as espécies daninhas alvo do estudo, não sendo observada presença de *P. maximum*, *U. decumbens* e *U. plantaginea* na linha de plantio onde o herbicida foi aplicado (Tabela 1). Resultados semelhantes foram obtidos por Presoto (2020) em um estudo da eficácia do flumioxazin no controle de plantas daninhas em cultura de cana-de-açúcar, obtendo um controle eficaz de 80% de *P. maximum* em doses a partir de 50g ha^{-1} e 97,5% de controle em doses de 200g ha^{-1} . Resultados obtidos por Carbonari et al., (2010) evidenciam a eficácia do flumioxazin em espécies daninhas, promovendo controle de 100% das espécies *Urochloa decumbens* e *Digitaria horizontalis* em dose de aplicação de 150g ha^{-1} em pré emergência. Por outro lado, observou-se que este foi o tratamento com maior dominância de *Cyperus rotundus* (Tiririca) dentre os quatro herbicidas utilizados. Embora a eficácia dos herbicidas utilizados no controle da Tiririca não seja o foco do estudo, já que visando a formação de povoamento florestais esta espécie não é considerada daninha, isto pode estar relacionado com as menores condições de sombreamento na linha de plantio provocadas pela ausência das outras três espécies.

Por se tratar de formação de um arboreto cuja área foi aproveitada para o estudo, as mudas na época do plantio e da aplicação dos herbicidas apresentavam altura da parte aérea superior a 1,0 m, observou-se que os herbicidas testados não apresentaram sintomas de toxicidade nas espécies arbóreas nativas utilizadas. Embora o uso de herbicidas pré-emergentes em áreas de restauração esteja em estágio inicial em relação aos pós-emergentes, estudos recentes mostram a viabilidade de aplicação destes, sendo o pré emergentes nas linhas de plantio e os pós nas entrelinhas. Segundo Oliveira Jr et al. (2021), flumioxazin pode ser utilizado em mistura com o herbicida pós emergente glyphosate, o que torna a conjugação dos dois produtos válida dependendo das condições de aplicação da área e o sistema de manejo adotado.

5. CONCLUSÃO

Para as condições nas quais foi realizado o estudo, os herbicidas à base de indaziflam, isoxaflutole, oxyfluorfen e flumioxazin foram eficientes no controle das plantas daninhas, sendo este último o mais eficiente para o controle das três espécies estudadas de maior valor de importância na área de estudo, indicando seu uso como herbicida pré-emergente para o controle de plantas daninhas na restauração florestal da mata atlântica. Dependendo do histórico de plantas daninhas presentes na área, indica-se o uso dos herbicidas isoxaflutole e oxyfluorfen para o controle de *Panicum maximum* e *Urochloa decumbens*.

6. REFEERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMIM, R. T.; FREITAS, S. D. P.; FREITAS, I. L. D. J.; & SCARSO, M. F. Banco de sementes do solo após aplicação de herbicidas pré-emergentes durante quatro safras de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 10, p. 1710-1719, 2016.

BARBERIS, L. R. M.; TRINDADE, M.; & VELINI, E. D. Selection of Sugarcane Genotypes for Protoporphyrin IX Accumulation using Protox-Inhibiting Herbicides. **Planta Daninha**, p. 809-814, 2009.

BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I.; MACHADO, R. P., CHRISTOFFOLETI, P. J.; & RODRIGUES, R. R. Selectivity of the herbicides sethoxydim, isoxaflutole and bentazon on native tree species. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 3, p. 251-257, 2009.

BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, M. F. Biologia de plantas daninhas. In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Org.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 1-36.

BROSNAN, J. T.; BREEDEN, G. K. Application placement affects postemergence smooth crabgrass (*Digitaria ischaemum*) and annual bluegrass (*Poa annua*) control with indaziflam. **Weed technology**, v. 26, n. 4, p. 661-665, 2012.

CARBONARI, C.A.; GOMES, G.L.; VELINI, E.D. Efeitos de períodos sem a ocorrência de chuva na eficácia do flumioxazin aplicado no solo e na palha de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.9, n.3, p. 81-88, 2010.

CARVALHO, S. J. P.; LÓPEZ OVEJERO, R. F. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da protox (grupo e). In: CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ OVEJERO, R. F.;

NICOLAI, M.; VARGAS, L.; CARVALHO, S. J. P.; CATANEO, A. C.; CARVALHO, J.C.; MOREIRA, M. S. **Aspectos de Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas**. 3 ed. Piracicaba: Associação Brasileira de ação à resistência de plantas daninhas – HRAC-BR, 2008. cap. 5, p. 69.

CARVALHO, D.F.; SILVA, D.G.; SOUZA, A.P.; GOMES, D.P.; ROCHA, H.S. Coeficientes da equação de Angström-PreScott e sua influência na evapotranspiração de referência em Seropédica, RJ. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.8, p. 838-844, 2011.

COSTA, E. A. D.; MATALLO, M. B.; CARVALHO, J.C.; ROZANSKI, A. Eficiência de nova formulação do herbicida oxyfluorfen no controle de plantas daninhas em área de Pinus caribea Morelet var. hondurensis Barr. et Golf. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 683-689, 2002.

FARIA, J. T.; GONÇALVES, E. O.; DELARMELENA, W. M.; DE ASSUMPCÃO, C. M.; & CALDEIRA, M. W. Influência da mato-competição de capim-braquiária no crescimento inicial de espécies florestais em plantio misto. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 16, n. 1, p. 62-71, 2018.

GHIRARDELLO, G. A. Eficácia e seletividade do herbicida indaziflam sobre gramíneas infestantes na cultura da cana-de-açúcar. Orientador: Ricardo Victoria Filho. 2020. 57f. Dissertação (**Mestrado em Fitotecnia**) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, p.19-34, 2020.

GONÇALVES, F.; RESENDE, A.; LIMA, I.; & CHAER, G. Manual crowning versus cardboard in forest restoration: costs and effect on seedling development. **Planta Daninha**, v. 36, 2018.

GUERRA, N.; OLIVEIRA, R. S.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA, A. M.; GEMELLI, A.; PEREIRA, D. M.; & GUERRA, A. Potencial de Lixiviação dos Herbicidas Aminociclopiraclo e Indaziflam em Solos de Diferentes Texturas. **Planta Daninha**, v. 34, p. 345-356, 2016.

HAO, G.F; ZUO, Y.; YANG, S.G; YANG, G.F. Protoporphyrinogen oxidase inhibitor: an ideal target for herbicide discovery. **Chemistry in China**, v.65, n.12, p. 961-969, 2011.

JAREMTCHUK, C. C.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; ALONSO, D. G.; ARANTES, J. G. Z.; BIFFE, D. F.; CAVALIERI, S. D. Residual effect of flumioxazin on weed emergence in soils of distinct textures. **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p. 191-196, 2009.

KAAPRO, J.; HALL, J. Indaziflam, a new herbicide for pre-emergent control of weeds in turf, forestry, industrial vegetation and ornamentals. **Pakistan Journal Weed Science Research**: v.18, n.esp., p.267-270, 2012.

KLIPPEL, V. H.; PEZZOPANE, J. E. M.; SILVA, G. F.; CALDEIRA, M. V. W.; PIMENTA, L. R.; TOLEDO, J.V. Avaliação de métodos de restauração florestal de Mata de Tabuleiros-ES. **Revista Árvore**, v.39, n.1, p.69-79, 2015.

LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; ALONSO, J. M. Restauração florestal em diferentes espaçamentos. *In*: LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N. (Eds.)

Restauração florestal e a Bacia do Rio Guandu. Seropédica: Editora Rural, p.101-153, 2015.

LISBOA, A. C. Estratégias de controle de plantas daninhas em povoamento visando restauração florestal na região Norte Fluminense. 2022. 66 f. Tese (**Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais**). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2022.

MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, R. L.; SANTOS, L. D. T.; FERREIRA, F. A. Interferências de plantas daninhas na cultura do eucalipto. In: FERREIRA, R. L.; MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, F. A.; SANTOS, L. D. T. (Orgs.) **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do eucalipto.** Viçosa, 2010, p. 16-37.

MACHADO, V. M.; SANTOS, J. B.; PEREIRA, I. M.; CABRAL, C. M.; LARA, R. O.; & AMARAL, C. S. Controle químico e mecânico de plantas daninhas em áreas em recuperação. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 11, n. 2, p. 139-147, 2012.

MAGNAGO, L. F. S.; KUNZ, S. H.; MARTINS, S. V. Modelos de restauração florestal. In: LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N. (Eds.) **Restauração florestal e a Bacia do Rio Guandu.** Seropédica: Editora Rural, p. 65-87, 2015. NEWMANN, A. L.; SNAPP, R. R. **Beef cattle.** 7. ed. New York: John Wiley, 1977. 883 p.

MARCHI, G.; MARCHI, E. C. S.; GUIMARÃES, T. G. **Herbicidas: mecanismo de ação e uso.** Brasília: Embrapa Cerrados, 2008. 36 p.

MEDEIROS, W. N.; MELO, C.A. D.; TIBURCIO, R. A. S.; SILVA, G. S.; MACHADO, A. F. L.; SANTOS, L. D. T.; FERREIRA, F. A. Crescimento inicial e concentração de nutrientes em clones de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* sob interferência de plantas espontâneas. **Ciência Florestal**, v.26, n.1, p.147-157, 2016.

MONQUERO, P. A.; PENHA, A. S.; ORZARI, I.; HIRATA, A. C. S. Herbicides selectivity on seedlings of native species *Acacia polyphylla*, *Enterolobium contortisiliquum* (Fabaceae), *Ceiba speciosa* and *Luehea divaricata* (Malvaceae). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 159-168, 2011.

MYERS, D.F; HANRAHAN, R.; MICHEL J.; MONKE, B.; MUDGE, L.; OLSEN, C.; PARKER, A.; SMITH, J.; SPAK, D. Indaziflam/ BCS AA170717 a new herbicide for preemergent control of grasses and broadleaves in turf and ornamentals. **Proc. South Weed Science Soc. Abstr.**, v.62, p. 393, 2009.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. Mecanismo de ação de herbicidas. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas.** Curitiba: Omnipax, 2011. cap. 7, p. 141-192.

OLIVEIRA JR, R. S.; BIFFE, D. F.; MACHADO, F. G.; SILVA, V. F. F. **Mecanismo de Ação de Herbicidas.** In: BARROSO, A. M.; MURATA, A. T. **Matologia: Estudos sobre plantas daninhas.** Jaboticabal, SP, 2021, p. 107-205.

OLIVEIRA, L. Seletividade de herbicidas em espécies arbóreas do Brasil. Orientador: Dagoberto Martins. 2017. 101f. Tese (**Doutorado em Agronomia**) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, p.36-78, 2017.

PEREIRA, F. C. M.; BARROSO, A. A. M.; ALBRECHT, A. J. P.; ALVES, P. L. C. A. Interferência de plantas infestante: conceitos e exemplos na cultura do eucalipto. **Journal of Agronomic Sciences**, v.3, p.236-255, 2014.

PERRY, D. et al. Indaziflam utilization for controlling problematic turfgrass weeds. **Applied Turfgrass Science**, v. 8, n. 1, , 2011.

PRESOTO, J. C. Interação e eficácia de flumioxazin e pyroxasulfone e influência do período de seca após aplicação em ambiente de cana-de-açúcar. Orientador: Pedro Jacob Christofolleti. 2020. 71f. Dissertação (**Mestrado em Fitotecnia**) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, University of São Paulo, Piracicaba, p.29-33, 2020.

RESENDE, A. S.; LELES, P. S. S. O problema do controle de plantas daninhas na restauração florestal. In: RESENDE, A. S.; LELES, P. S. S (Org.). **Controle de plantas daninhas em restauração florestal**. Brasília: Ed. Embrapa, 2017, p.13-27.

RESENDE, A. S.; LELES, P. S. S. Uso de herbicidas na restauração florestal. In: RESENDE, A. S.; LELES, P. S. S (Org.). **Controle de plantas daninhas em restauração florestal**. Brasília: Ed. Embrapa, 2017, p.45-61.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**, 5ª ed. Londrina, 2005. 592p.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. Londrina: IAPAR, 2011. 697 p.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**, 7ª ed. Londrina, 2018. 764p

ROSSI, C. V. S. Controle de plantas daninhas pelos herbicidas metribuzin e isoxaflutole em soqueiras de cana-de-açúcar, na ausência e presença de palha. Orientador: Edivaldo Domingues Velini. 2007.152f. Tese (**Doutorado em Agronomia**) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2007.

SANTANA, J. E. D. S. Estratégias de controle e convivência de *Urochloa* spp. em restauração florestal. 2019. 60f. Dissertação (**Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais**) – Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. p.27-43, 2019.

SANTOS, F. A. M. D.; LELES, P. S. D. S.; RESENDE, A. D. S.; NASCIMENTO, D. F. D.; & SANTOS, G. R. D. Control strategies of *Urochloa* spp. in the formation of forest restoration. **Ciência Florestal**, v. 30, p. 29-42, 2020.

SANTOS, F. A. M.; LELES, P. S. S.; SANTANA, J. E. S.; NASCIMENTO, D. F.; MACHADO, A. F. L. Controle químico de plantas espontâneas em povoamentos de restauração florestal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.38, p.1-9, 2018.

SCHERER, M. B., SPATT, L. L., PEDROLLO, N. T., DE ALMEIDA, T. C., SANCHOTENE, D. M., & DORNELLES, S. H. B. Herbicidas pré-emergentes para manejo de milho voluntário RR® na cultura da soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 16, n. 1, p. 1-10, 2017.

SONDHIA, S.; DIXIT, A. Determination of terminal residues of oxyfluorfen in onion. **Annals of Plant Protection Sciences**, v. 15, p. 232–234, 2007.

SHREFLER, J. W.; TAYLOR, M. J.; ROBERTS, B. W.; WEBBER, C. L. Recent experience with fresh bulb-onion production for Oklahoma. In: National Allium Research Conference, 2004. **Abstract...** Oklahoma, 2004. p. 85.

SCORIZA, R. N.; SILVA, A. D. P.; CORREIA, M. E. F.; LELES, P. S. D. S.; & RESENDE, A. S. D. Efeito de herbicidas sobre a biota de invertebrados do solo em área de restauração florestal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 6, p. 1576-1584, 2015.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SANTOS J. B. Métodos de controle de plantas daninhas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F.; **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, P. 63-81 2009.

THAKARE, P. D.; PATIL, B. M.; KAKADE, S. U.; DANGORE, S. T. Studies on chemical weed control in soybean Glycine max (L.) Merrill. **Crop Research**, v. 24, p.11– 14, 2002.

TIBURCIO, R.A.S., FERREIRA, F.A., FERREIRA, L.R., MACHADO, M.S., MACHADO A.F.L. Controle de plantas daninhas e seletividade do flumioxazin para eucalipto. **CERNE**, v. 18, n. 4, p. 523-531, 2012.

TOMPKINS, J. Environmental Protection Agency Pesticide Fact Sheet: Indaziflam. **Environmental Protection Agency**, 2010.