



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

**CAMPUS ARARAS**

**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**PROGRAMA DE GRADUAÇÃO EM BACHARELADO EM AGROECOLOGIA**



**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**A INFLUÊNCIA DOS MÉTODOS DE CONTROLE E DOS NÍVEIS DE ADUBAÇÃO NA  
COMPOSIÇÃO DE PLANTAS INFESTANTES NA RESTAURAÇÃO FLORESTAL**

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Augusto Viani

Discente: Eduardo Bermudes - RA 550191

Araras

2021

## **Agradecimentos**

Gostaria de dedicar este estudo como uma forma de agradecimento e retribuição aos meus pais, minhas avós e minha irmã Luísa, também agradecer às famílias Bermudes, Lobo e Locher que me deram total apoio nos momentos mais difíceis desta trajetória. Gostaria de agradecer ao LASPEF (Laboratório de Silvicultura e Pesquisas Florestais) que foi fundamental para que eu conseguisse formular e executar este estudo. Agradeço do fundo do coração todos os amigos(as) que estiveram comigo, me fortalecendo e acompanhando o processo de perto. Agradeço ao meu orientador Ricardo Viani, pela paciência, pelo auxílio e orientação neste projeto. Agradeço também a professora Josiane Rodrigues, que me auxiliou muito com as Análises estatísticas. Por fim gostaria de deixar meu último agradecimento a República Toca, minha segunda família, sem vocês este estudo não teria o mesmo valor. Gratidão a todos.

*“Tentaram nos enterrar, mas não sabiam que éramos sementes”, Agroecologia 015.*

## RESUMO

As plantas infestantes, especialmente as monocotiledôneas das famílias Poaceae e Cyperaceae, causam diversos problemas em plantios de mudas de árvores voltado à restauração de florestas tropicais. Sabendo disso, objetivo geral do trabalho é avaliar a diversidade e a biomassa de plantas infestantes em plantio de restauração florestal submetido a diferentes técnicas de controle de infestantes e intensidades de adubação. A composição e a riqueza de espécies variam em função das técnicas de controle de plantas infestantes e níveis de adubação? A biomassa de herbáceas infestantes varia em função das técnicas de controle de plantas infestantes e níveis de adubação? Quanto intensificamos o controle de infestantes com herbicida, aumenta-se a proporção da biomassa e a riqueza de plantas não infestantes não monocotiledôneas? A hipótese a priori foi que no tratamento feito com o manejo intensivo (glifosato + coroamento a cada três meses) de plantas infestantes teríamos uma menor biomassa de Poaceae e Cyperaceae, e uma maior riqueza de plantas infestantes em geral. Já o tratamento com manejo convencional (roçada + coroamento a cada seis meses) e com o uso de adubação, teria maior biomassa de espécies de Poaceae e Cyperaceae, e uma menor riqueza de espécies infestantes em geral. Para responder a essas perguntas foram utilizadas duas técnicas de manejo para controle das plantas infestantes: o manejo intensivo juntamente com o coroamento das mudas; e o manejo convencional, menos frequente, utilizando a roçada tradicional mecanizada e coroamento das mudas. A fertilização foi realizada com adubação de base em covetas laterais e a de cobertura em círculo na coroa da muda em dois momentos. Logo após o plantio, aplicamos 85 g por muda do fertilizante NPK 04-14-08, no segundo momento, foi aplicado 45g por muda de NPK 10-0-20. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado no esquema experimental de “Split-plot”. Para a coleta de plantas infestantes foi utilizado o método do quadrado inventário de 0,25 m<sup>2</sup>, disposto em subparcelas na linha sob a coroa da muda e na entrelinha do plantio. Os dados foram comparados entre tratamentos com ANOVA seguida pelo teste de Tukey para avaliar a riqueza e a biomassa, total e de monocotiledôneas. Encontramos 38 espécies infestantes na área em restauração, porém não foi observado efeito da fertilização e dos métodos de controle e nem interação entre estes sobre as variáveis estudadas. Ao mesmo tempo, percebeu-se maior biomassa de infestantes na entrelinha do plantio e de monocotiledôneas (gramíneas). Acredita-se que a amostragem sobre as coroas das

mudas pode ter favorecido com que o resultado esperado não ocorresse. O estudo nos mostra que o conhecimento prévio da diversidade e abundância das plantas infestantes que compõe a área que será restaurada pode auxiliar na decisão de quais serão os melhores métodos de controle dessas plantas em projetos de restauração florestal.

Palavras-chave: daninhas, herbicida, exóticas, manejo, restauração ecológica.

# THE INFLUENCE OF CONTROL METHODS AND FERTILIZATION LEVELS ON THE COMPOSITION OF WEED PLANTS IN THE FOREST RESTORATION

## ABSTRACT

Weed species, especially those from the Poaceae and Cyperaceae families, cause several problems in the first stages of tree seedling plantings aiming for tropical forest restoration. The general objective of this work is to evaluate the diversity and biomass of weeds in forest restoration plantations submitted to different weed control techniques and fertilization intensities. Do species composition and richness vary depending on weed control techniques and fertilization levels? Does the biomass of unwanted herbaceous plants vary as a function of weed control techniques and fertilization levels? When we intensify the control of weeds with the use of herbicide, does the proportion of biomass and the richness of non-monocots weeds increase? The hypothesis was that in the treatment carried out with intensive management of weeds (glyphosate spraying and mechanical weed control around seedlings every three months) we would have a lower biomass of Poaceae and Cyperaceae members, and a greater overall richness of weed species. On the other hand, the treatment with conventional management (mowing and weed control around the seedling every six months) and with the use of fertilization, would have a higher biomass of Poaceae and Cyperaceae species, and a lower weed species richness overall. To answer these questions, two management techniques were used to control weeds: intensive management with seedling crowning; and conventional management using traditional mechanized mowing and seedling crowning. Fertilization was carried out two times, first in holes and then over the soil in a circle, both place around the seedlings. In the first one, right after planting, we applied 85 g per seedling of the NPK 14-04-08 fertilizer. In the second moment, 45 g per seedling of the NPK 10-0-20 was applied. A full randomized design in the "Split-plot" scheme was used. For the weed inventory, we used 0.25 m<sup>2</sup> squares, placed both in the row (around the seedlings) and in the interrow. We used ANOVA followed by the Tukey's test for the statistical analyses. We found 38 weed species, but found neither effect of fertilization and control methods nor interaction among them on the measured variables. At the same time, there was a higher biomass for monocots and in the interrow of the plantings. Placing some samples in the row, around the seedlings, may probably favored the unexpected results. The study shows us that knowledge on the diversity and biomass of weeds in

area to be restored can help deciding on the best control methods to be used in forest restoration projects.

Keywords: weed, exotic, herbicide, management, ecological restoration.

## 1. Introdução

A importância dos recursos naturais para a saúde e o bem-estar humano tanto no âmbito do ser humano como indivíduo e também como sociedade é indiscutível. A supressão dos ecossistemas naturais, a perda da biodiversidade, a poluição antropogênica, as alterações no clima e a demanda energética estão intimamente ligadas à precarização e ao êxodo de comunidades rurais (BECK, 1998). Com o aumento da população nos grandes centros urbanos, surgem diversas problemáticas sociais e ambientais devido este crescimento demográfico descontrolado. (SIMPÓSIO DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA, 2019).

A Mata Atlântica é a fitofisionomia brasileira que sofreu maior degradação devido à atividade antrópica no último século (VILLA, 2012). Existem diversos estádios de sucessão ecológica dentro de uma área florestal, também existem diversos níveis de degradação e todos eles merecem seu devido estudo e atenção. Por conta da alta taxa de degradação e fragmentação da paisagem, muitas vezes o método escolhido para restaurar florestas degradadas na Mata Atlântica é o plantio de mudas de árvores nativas em área total (SANTOS et al., 2018).

As plantas exóticas e infestantes, principalmente as monocotiledôneas da família poaceae e de origem africana, causam diversos problemas, principalmente nas primeiras etapas da sucessão ecológica, quando mencionamos a restauração de áreas completamente degradadas e desprovidas de cobertura arbórea nativa (RESENDE; LELES, 2017). Este fator é determinante na condução dos processos de regeneração devido às características agressivas destas espécies indesejáveis, principalmente quando mencionado o gênero *Urochloa* spp. (RESENDE; LELES, 2017). As plantas da família Poaceae exóticas e invasoras, competem por água e recursos com as espécies florestais de interesse e com outras espécies herbáceas nativas (SANTOS et al., 2018). A competição ocorre principalmente nos primeiros dois anos pós-plantio de restauração florestal, o que dificulta a restauração dos processos ecológicos naturais da área, até que o dossel esteja parcialmente formado pelas árvores plantadas (RESENDE; LELES, 2017).

Uma das formas de auxiliar e potencializar as fases iniciais da restauração florestal é manejando e eliminando espécies infestantes, especialmente monocotiledôneas da família poaceae. (WEIDLICH et al., 2020). O intuito é a diminuição da incidência desses indivíduos infestantes nas primeiras etapas da restauração, sendo assim possível favorecer o crescimento das

espécies florestais e outras espécies nativas que são de interesse para reestruturação dos processos ecológicos da área (RESENDE; LELES, 2017).

Um método de controle intensivo de plantas infestantes na restauração florestal bastante utilizado é a aplicação de herbicidas pós-emergentes para diminuir a incidência de plantas infestantes nas áreas de plantio como um todo (WEIDLICH et al., 2020). Este método mata as plantas atingidas e gera um acúmulo de matéria orgânica seca sobre o solo. Com o tempo e/ou com aplicações sucessivas, gera maior luminosidade atingindo o solo, o que favorece o crescimento de outras espécies, que não sejam da família das poaceae e cyperaceae. Estas outras espécies possuem característica de menor perfilhamento e menor taxa de crescimento, isto trará um aumento da biodiversidade das plantas infestantes e ajuda a diminuir a incidência de espécies exóticas monocotiledôneas da família poaceae (MACHADO et al., 2012). O glyphosate é o principal ingrediente utilizado em projetos de restauração florestal para controle de plantas infestantes, principalmente pelo fato de apresentar baixa toxicidade aguda para mamíferos, peixes e sapos (TSUI; CHU, 2004). Além disso o ingrediente possui baixa mobilidade no solo, o que representa um risco muito baixo de ser lixiviado e atingir os lençóis freáticos. (BORGGAARD; GIMSING, 2008). Apesar disso a utilização do herbicida glyphosate em áreas de restauração florestal pode ser contestado, isso deve-se ao fato de este insumo químico apresentar uma alta toxicidade para outros tipos de organismos multicelulares, causando diversos distúrbios ecológicos e sistêmicos nas áreas de aplicação. (GILL; SETHI; MOHAN; DATTA; GIRDHAR, 2017)

Outro método de controle de plantas indesejáveis em plantios de restauração é o modelo convencional utilizando a roçada tradicional mecanizada para diminuir a incidência destas espécies (MARTINS, 2011). O processo de roçada simula a herbivoria, fazendo o corte rente ao solo nas entrelinhas de plantio para diminuir a taxa de sobrevivência e reprodução destas populações (MARTINS, 2011). Este método também favorece a incidência parcial de luminosidade no solo e favorece a quebra da dominância das espécies invasoras superabundantes (MARTINS, 2011). Quando o controle de espécies infestantes é realizado através da roçada manual, ou mesmo da roçada mecanizada, em comparação com a utilização do controle químico, o substrato apresenta uma maior taxa de exposição a intempéries e radiação solar. Em tese isso favorece o crescimento de plantas infestantes nas áreas de restauração. (SILVEIRA; MENEZES; MUCIDA; PEREIRA; SANTOS; OLIVEIRA, 2018). Além disso, algumas espécies monocotiledôneas da família

poaceae infestantes, em função de possuírem hábito estolonífero e gemas basais, concentram suas reservas nos caules e aguentam melhor a desfolha causada pelo controle por meio da roçada tradicional, rebrotando após certo período (MARTINS, 2011). Segundo Martins (2011), em alguns casos, a rebrota pode até aumentar a biomassa dessa população infestante, pelo fato de grande parte de seu caule e suas raízes ainda estarem vivas e bem estruturadas no solo. Assim, a roçada acabaria causando uma poda natural das gramíneas, aumentando sua taxa de crescimento via rebrota. Este tipo de controle, se não feito corretamente, favorece a ocupação das monocotiledôneas da família poaceae exóticas e infestantes na área de restauração e, conseqüentemente, diminui a biodiversidade de outras plantas infestantes nativas, que poderiam competir com estas espécies invasoras.

Está comprovado que a utilização dos métodos de controle das monocotiledôneas da família poaceae em áreas de restauração, tanto no modelo de roçada tradicional (convencional) e quanto com a utilização de herbicidas (intensivo) vai aumentar a mortalidade das espécies infestantes, assim como diminuir a riqueza das espécies infestantes. (MANTOANI; DIAS; TOREZAN, 2016). O método de controle de plantas infestantes com roçada tradicional, em tese pode ajudar a diminuir a riqueza de espécies entre as plantas herbáceas infestantes na área, deixando as monocotiledôneas da família poaceae e invasoras, que possuem alta taxa de perfilhamento e rápido crescimento, tomarem conta do espaço dentro da linha e nas entrelinhas dos plantios. (RESENDE; LELES, 2017). Estas espécies, por possuírem aspecto alta taxa de perfilhamento e por possuírem estruturas de reserva subterrânea que facilitam a rebrota após o corte, vão competir por nutrientes com as mudas de interesse, e isso causa uma diminuição no crescimento da comunidade de árvores nativas, elevação dos custos de manutenção e atraso no processo de restauração da área (RESENDE; LELES, 2017). Além disso, o efeito alelopático das daninhas no solo, principalmente monocotiledôneas da família poaceae e do gênero *Urochloa* spp., pode causar uma diminuição no crescimento das espécies arbóreas (SOUZA et al., 2003).

Tanto as mudas de plantio quanto as plantas infestantes necessitam de recursos para se desenvolver no ambiente. Quando as plantas infestantes são superabundantes na área podem gerar competição e falta de recursos para o crescimento das mudas de interesse, conseqüentemente diminuindo suas taxas de crescimento e dificultando a restauração (PEREIRA et al., 2014).

Existem poucos estudos relacionados aos níveis ideais de adubação para plantio misto de árvores nativas visando à restauração florestal. Principalmente porque o número de espécies é variável e sua escolha é diferente de área para área. As espécies arbóreas nativas geralmente têm uma menor taxa de crescimento quando comparadas com as plantas infestantes, dessa forma, as adubações devem prioritariamente ser feitas somente mediante a um prévio controle das plantas indesejáveis (RESENDE; LELES, 2017). Como temos uma grande variável de espécies que podem ser utilizadas para recomposição da fitofisionomia da Mata Atlântica, geralmente utiliza-se como base as recomendações sugeridas pelo IPEF para espécies típicas da Mata Atlântica. (IPEF, 2005).

Segundo Martins (2011), os diferentes níveis de adubação pouco interferem no crescimento inicial das mudas plantadas na área de restauração, principalmente quando os níveis de P-resina e K trocável, estão estáveis na área. Além disso, a adubação pode beneficiar o crescimento das gramíneas invasoras da área, isto deve-se ao fato de essas espécies já estarem com um sistema radicular bem desenvolvido e estruturado no solo, principalmente quando o manejo é realizado com a roçada tradicional (MARTINS, 2011). Assim, o processo de adubação, além de ser um custo a mais no projeto de restauração, pode ter um efeito negativo ao favorecer o crescimento das espécies infestantes que possuem rápido crescimento e alta taxa de perfilhamento. Por outro lado, outros estudos encontraram que espécies arbóreas da Mata Atlântica, no geral, mas especialmente as pioneiras, são bastante responsivas a adubação (BRANCALION *et al.*, 2019), o que indica que seria bem-vinda para acelerar o processo de restauração florestal. Portanto, existe a necessidade de maiores estudos sobre a interferência da adubação na biomassa de plantas infestantes em projetos de restauração.

## **2. Hipótese**

As principais plantas herbáceas na restauração são monocotiledôneas da família poaceae, em sua grande maioria de origem africana, altamente competitivas e que geralmente predominam em ocupação do solo e biomassa na comunidade de infestantes nesses locais. Estas espécies infestantes possuem características de rápido crescimento e alta taxa de perfilhamento, que inibem o surgimento de outras espécies via germinação das sementes, presentes no solo ou dispersas na

área (RODRIGUES, 2015). Quando o controle químico intensivo é feito de modo repetitivo, reduz-se a biomassa relativa e a riqueza de espécies dessas plantas infestantes de modo geral (MANTOANI; DIAS; TOREZAN, 2016). Não havendo poaceae e cyperaceae predominando, outras herbáceas infestantes que estavam suprimidas pela competição podem germinar e então passar a ocorrer na comunidade. Por outro lado, as roçagens fazem uma poda da parte aérea das plantas infestantes, sendo assim muitas espécies de monocotiledôneas infestantes de hábitos estoloníferos não padecem e se mantêm na área recobrando o solo.

Dessa forma, a hipótese é que o controle intensivo com uso repetitivo de herbicida na restauração florestal gera uma comunidade de plantas herbáceas infestantes mais rica em espécies e com proporção maior de biomassa de espécies que não sejam monocotiledôneas do que o controle convencional, menos frequente e feito exclusivamente com roçagens mecânicas.

As plantas infestantes quando controladas com o uso repetitivo de herbicidas representam uma economia no custo total de implantação e manutenção do projeto de restauração nos primeiros anos. (RESENDE; LELES, 2017). Este fato deve-se ao menor número de interferências ao longo do processo, e, portanto, menor custo de mão-de-obra. Além disso quando o controle é realizado de forma mecânica e tradicional, as raízes das plantas não morrem (RESENDE; LELES, 2017), isto significa que, quando existe adubação das mudas de espécies arbóreas de interesse, possivelmente as plantas invasoras, que são bastante competitivas, se beneficiem dessa adubação, especialmente quando o controle não é intensivo, por estarem mais bem desenvolvidas e mais adaptadas às condições do solo.

### **3. Objetivos**

#### **3.1. Objetivo geral**

O objetivo geral é avaliar a diversidade e a abundância de plantas infestantes em plantio de restauração florestal submetido a diferentes técnicas de controle de infestantes e intensidades de adubação.

#### **Objetivos específicos**

Como objetivos específicos, busca-se responder às seguintes perguntas:

A composição e a riqueza de espécies variam em função das técnicas de controle de plantas infestantes e níveis de adubação?

A biomassa de herbáceas indesejáveis varia em função das técnicas de controle de plantas infestantes e níveis de adubação?

Quanto intensificamos o controle de infestantes com uso de herbicida, aumenta-se a proporção da biomassa e a riqueza de plantas não infestantes não gramíneas?

## **4. Material e Métodos**

### **4.1. Caracterização da área de estudo**

A área de estudo localiza-se no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos (CCA-UFSCar), *campus* Araras, SP (22°18'38" S e 47°23'25" O; 674 m de altitude). O *campus* da UFSCar em Araras-SP encontra-se em uma área com a fitofisionomia caracterizada pela Floresta Estacional Semidecídua (IBGE, 2012). Segundo o sistema de classificação climática global de Köppen, o clima da região é mesotérmico do tipo Cwa, a pluviosidade média anual é de 1.300 mm. A região conta com duas estações bem definidas, sendo o inverno seco que ocorre nos meses de maio a setembro e o verão quente e úmido de outubro a abril (UFSCar, 2019).

A área experimental era cultivada com cana-de-açúcar até 2018. Existia adubação rotineira antes do plantio de restauração florestal e as correções da acidez do solo e controle químico de plantas espontâneas eram frequentes, já haviam sido feitas outras aplicações de herbicidas antes do início do experimento. O projeto de pesquisa faz parte de um projeto de mestrado realizado na área, por isso algumas adaptações tiveram que ser realizadas para conseguir enquadrar aos dois objetivos. Além disso, o projeto deu início em meio a pandemia, o que dificultou que fizéssemos uma avaliação anterior da diversidade e da abundância das espécies. A área ocupa aproximadamente 1,84 ha (160 m x 115 m), sendo delimitada por áreas de rotação de cultura (cana-de-açúcar e soja), outras áreas de restauração florestal e a rodovia Anhanguera. O solo é o Nitossólico Vermelho Distroférico, com textura argilosa (YOSHIDA; STOLF, 2016).

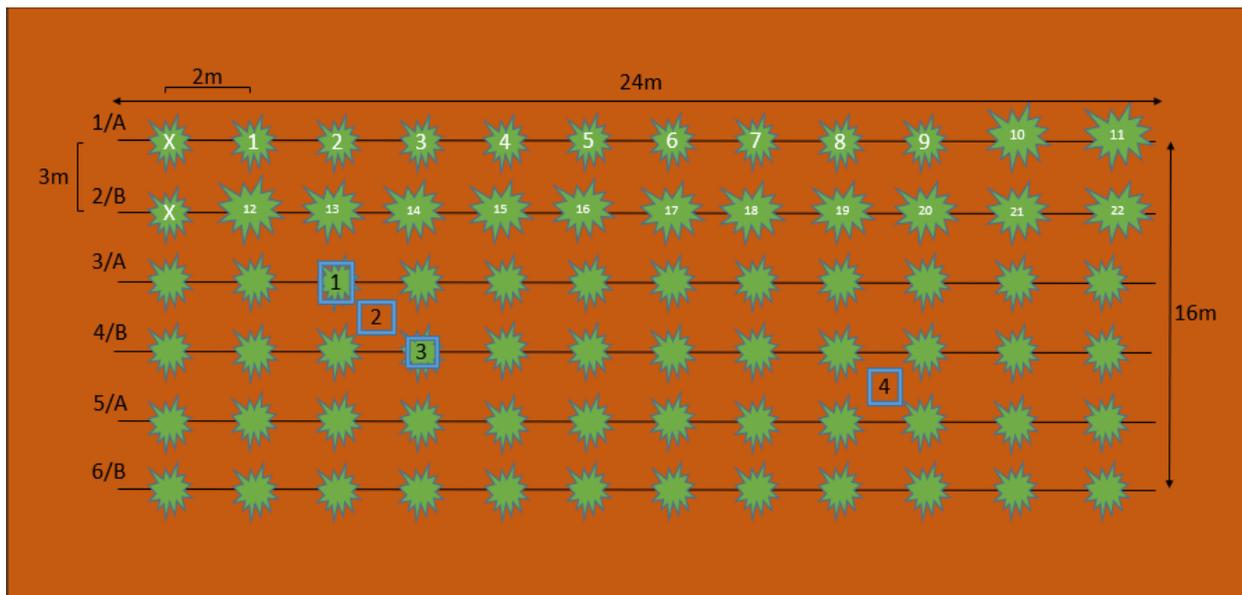
#### 4.2. Implantação do experimento e coleta de dados

O plantio experimental foi realizado em março de 2019, possui o delineamento inteiramente casualizado (DIC) em parcelas subdivididas no esquema experimental de “Split-plot”. O projeto está dividido em duas casualizações, sendo o fator principal (fator A) o tipo de manejo de controle de plantas indesejáveis (intensivo e convencional/ não-intensivo) e o segundo fator (fator B) sendo o manejo de adubação. Ao total são seis repetições de todos os quatro tratamentos, contendo 24 subparcelas ao todo. Cada subparcelas têm 384 m<sup>2</sup> (24 m x 16 m) e contém um dos quatro tratamentos: 1- manejo intensivo de infestantes (herbicida), com adubação; 2- manejo intensivo (herbicida) de infestantes, sem adubação; 3- manejo não-intensivo (roçada) de infestantes, com adubação; 4- manejo não intensivo (roçada) de infestantes, sem adubação. (figura 1).



**Figura 1.** Croqui da disposição das subparcelas na área experimental.

Dentro de cada subparcela subdividimos sistematicamente quatro pontos de coletas de amostras, dois deles nas entrelinhas de plantio e dois deles no pé das mudas que ficam nas linhas de plantio, onde foram alocados os adubos (figura 2).



**Figura 2.** Croqui da disposição de linhas, espécies e pontos de coleta das plantas infestantes dentro da subparcela.

Cada número sobre a copa indica uma espécie arbórea plantada, foram 22 espécies plantadas, “X” representa espécie para bordadura da parcela. As espécies foram escolhidas de acordo com a disponibilidade de mudas do viveiro fornecedor (Viveiro Camará, Ibaté-SP), priorizando as mais plantadas na restauração florestal da Mata Atlântica (ALMEIDA; VIANI, 2019). Os Quadrados azuis representam as posições de coleta das amostras, sendo as posições 1 e 3 no pé das mudas (linhas); 2 e 4 nas entrelinhas de plantio. A e B representam as duas sequências de mudas plantadas, que foram repetidas três vezes dentro da subparcela.

A partir do delineamento dos tratamentos e do plantio das mudas, os controles químicos das plantas infestantes no tratamento intensivo foram realizados a cada três meses (julho/19, outubro/19 e janeiro/20). Utilizou-se o herbicida pós-emergente Glyphosate na entrelinha de plantio, juntamente com o coroamento das mudas com auxílio de enxada. Já o manejo de controle mecânico usando a roçada tradicional era realizado a cada seis meses (julho/19 e janeiro/20), com a roçadeira acoplada a trator e coroamento manual com enxada. Portanto, o último controle, em todos os tratamentos, foi sendo realizado na primeira quinzena de janeiro de 2020.

A fertilização foi realizada com adubação de base em covetas laterais e a de cobertura em círculo na coroa da muda. A dosagem foi aplicada em dois momentos antes da coleta dos dados. No primeiro momento logo após o plantio, aplicamos 85g por muda do fertilizante na proporção 04-14-08, no segundo momento, foi aplicado 45g por muda do fertilizante mineral composto por NPK 10-0-20.

Em cada uma das subparcelas foram demarcadas, sistematicamente, quatro áreas de 0,25 m<sup>2</sup> cada para coleta de dados da comunidade de plantas infestantes, totalizando 1 m<sup>2</sup> por subparcela (figura 1). A flora emergente foi avaliada apenas uma vez 90 dias após o controle realizado em janeiro de 2020, portanto, em março de 2020, antes do controle programado e realizado em abril de 2020. O método utilizado foi o dos quadrados de inventários de 0,5 x 0,5 m, alocados sistematicamente em posição pré-estabelecida (RODRIGUES, 2015) (figuras 2 e 3).

Devido a adubação ter sido realizada em covetas laterais e de cobertura no pé das mudas, foi proposto que os pontos de coleta que seriam realizados na linha do plantio fossem alterados para mais próximos às mudas, com isso poderíamos avaliar, de fato, a influência do fator adubação na interação entre as variáveis.



**Figura 2.** Método de coleta com quadrado inventário de 0,5 x 0,5 m, lançado na entrelinha de plantio.



**Figura 3.** Método de coleta com quadrado inventário de 0,5 x 0,5 m, lançado no pé da muda na linha de plantio.

As plantas abrangidas pelo quadrado de amostragem foram identificadas utilizando o Manual de identificação de plantas daninhas (LORENZI, 2014), separadas em espécies da ordem Poales (monocotiledôneas que abrangem a família das poaceae e cyperaceae) e não Poales, e recolhidas para determinação da biomassa seca acumulada por população, após secagem em estufa ajustada para 60°C durante o período de duas semanas, com posterior pesagem em balança com precisão de centigramas. Para secagem em estufa, o material coletado foi acondicionado em sacos de papel (figura 4).



**Figura 4.** Amostras coletas que foram identificadas e colocadas em sacos de papel para secagem e pesagem da biomassa.

### 4.3. Análise dos dados

Após a coleta dos dados foi feita ANOVA seguida de teste de Tukey ( $p = 0,05$ ) para analisar as variáveis “manejo de controle” e “níveis de adubação” e a interação entre as duas variáveis. A distribuição dessas variáveis não atendeu os pressupostos de homoscedasticidade e normalidade em nenhum dos casos. Recorremos por transformação dos dados seguindo o método Box-cox descrito por Venables & Ripley (2002).

No caso do conjunto de dados da biomassa total ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), após a transformação o valor “ $\lambda$ ” encontrado foi 0,35 e para o teste de normalidade de Shapiro-Wilk (ROYSTON, 1995), encontrou-se valor de  $p > 0,05$ , ou seja, a transformação possibilitou que utilizássemos a função paramétrica.

As variáveis biomassa total de Poales ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), riqueza de espécies não-Poales e riqueza de espécies Poales não atingiram os pressupostos de normalidade e homoscedasticidade das variâncias, mesmo quando foi feita a transformação por Box-cox. Nestes casos utilizamos a abordagem descrita por Conover e Iman (1981), trata-se, de uma análise não paramétrica, ainda que você utilize a ANOVA e o teste de Tukey. Esse procedimento é conhecido como transformação de posto (CONOVER; IMAN, 1981; SOUSA, 2017). Para realizar todas as análises foi utilizado o programa estatístico R (R CORE TEAM, 2019).

## 5. Resultados e Discussão

Na área foram encontradas 38 espécies de plantas infestantes e dessas foram identificadas 33 espécies de 17 famílias diferentes. Além disso, 34 espécies foram observadas na entrelinha de plantio e 35 na entrelinha de plantio (tabela 1). Cinco espécies não foram identificadas até a categoria de espécie, sendo possível apenas distinguir entre “Poales” e “Não Poales”. Isto deve-se ao fato de serem plântulas, o que dificultou a identificação no campo.

A família com maior representatividade em número de espécies foi poaceae, com sete espécies amostradas. Este fator pode ser compreendido devido a esta família possuir um aspecto

de rápido crescimento devido sua alta taxa fotossintética, aliada a eficiência na absorção de água e nutrientes, o que garante um desenvolvimento acelerado com característica invasora. (SANTOS. *et al.*, 2018).

**Tabela 1.** Espécies herbáceas indesejáveis amostradas na linha e entrelinha (entre), em plantio de restauração florestal, aos 1 anos e 2 meses, em Araras-SP. MIC = Manejo intensivo com adubo, MIS = Manejo intensivo sem adubo, MNIC = Manejo não intensivo com adubo, MNIS = Manejo não intensivo sem adubo.

nome científico	nome popular	família	MIC		MIS		MNIC		MNIS	
			linha	entre	linha	entre	linha	entre	linha	entre
<i>Acanthospermum hispidum</i>										
DC.	carrapicho-de-carneiro	Asteraceae						x		x
<i>Amaranthus deflexus</i> L.	caruru	Amaranthaceae	x			x	x	x		
<i>Bidens subalternans</i> DC.	picão-preto	Asteraceae	x	x	X	x	x	x	x	x
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	capim-colonião	Poaceae								x
<i>Cenchrus tribuloides</i> L.	carrapicho	Poaceae		x	X	x	x	x	x	x
<i>Euphorbia polygalifolia</i> subsp.										
<i>hirta</i> (Lange) M.Laínz	erva-de-santa-luzia	Euphorbiaceae	X	x	X	x	x	x	x	x
<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	amendoim-bravo	Euphorbiaceae	X	x	X		x	x	x	x
<i>Euphorbia nicaeensis</i> subsp.										
<i>prostrata</i> (Fiori) Arrigoni	quebra-pedras	Euphorbiaceae		x	X	x	x			
<i>Cleome aculeata</i> L.	mussambê	Cleomaceae	X	x	X	X	x			
<i>Conyza</i> sp.	buva	Asteraceae	X		X	X	x			x
<i>Coronopus didymus</i> (L.) Sm.	mentruz	Brassicaceae	X	x	X	X		x		
<i>Cyperus rotundus</i> L.	tiririca	Poaceae		x	X	X	x	x	x	x
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	capim-mão-de-sapo	Poaceae		x		X				
<i>Digitaria insularis</i> (L.) Mez ex										
Ekman	capim-amargoso	Poaceae	X	x	X	X	x	x	x	x
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.)										
Scop.	capim-colchão	Poaceae	X	x	X	X	x	x	x	x
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	capim-pé-de-galinha	Poaceae					x	x		x
<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	falsa-serralha	Asteraceae		x	X		x	x	x	x
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	leiteiro	Euphorbiaceae					x			
<i>Eragrostis pilosa</i> (L.)										
P.Beauv.	capim-mimoso	Poaceae				X				x
<i>Heliotropium indicum</i> L.	cravo-de-urubu	Boraginaceae					x			
<i>Ipomoea quamoclit</i> L.	corda-de-viola	Convolvulaceae		x	X	X	x	x		
<i>Ipomoea triloba</i> L.	corda-de-viola	Convolvulaceae	X	x	X	X	x	x	x	x
<i>Lepidium virginicum</i> L.	mastruço	Brassicaceae		x			x	x		x

nome científico	nome popular	família	MIC		MIS		MNIC		MNIS	
			linha	entre	linha	entre	linha	entre	linha	entre
<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze	hortelã-do-campo	Lamiaceae	X	x		X	x	x	x	x
<i>Oxalis latifolia</i> subsp. <i>schraderiana</i> (Kunth) Lourteig	azedinha	Oxalidaceae	X	x	X	X	x	x	x	x
<i>Phyllanthus tenellus</i> Roxb.	quebra-pedra	Phyllanthaceae					x	x	x	x
<i>Portulaca oleracea</i> L.	beldroega	Portulacaceae		x		X	x	x		
<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	poaia-branca	Rubiaceae	X	x	X	X	x	x	x	x
<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S.Irwin & Barneby	fedegoso-branco	Fabaceae	X	x						
<i>Sida cordifolia</i> L.	malva	Malvaceae				X				
<i>Solanum granuloso-leprosum</i> Dunal	fumo-bravo	Solanaceae				X				x
<i>Tridax procumbens</i> (L.) L.	erva-de-touro	Asteraceae	X	x	X	X	x	x	x	x
<i>Urochloa</i> sp.	capim-braquiária	Poaceae		x	X	X			x	
não identificada1		Não Poales			X	X				
não identificada2		Não Poales				X			x	
não identificada3		Não Poales						x		
não identificada4		Fabaceae			X			x		
não identificada5		Não Poales					x	x		

Dentre os tratamentos, aquele que teve o menor número de espécies totais, considerando os quatro pontos de coleta, sendo dois nas linhas de plantio no pé das mudas e dois nas entrelinhas, foi o tratamento com manejo intensivo e adubação, foram 15 espécies diferentes amostradas na linha de plantio, somando todas as repetições (tabela 2). Este resultado vai contra a hipótese de que o manejo intensivo iria romper a dominância das monocotiledôneas exóticas e favorecer o aumento de número de espécies de não-poales e de poales na área.

**Tabela 2.** Riqueza de espécies herbáceas indesejáveis na linha e entrelinha (entre) em plantio de restauração florestal em Araras-SP.

Grupo	MIC		MIS		MNIC		MNIS	
	linha	entre	linha	entre	linha	entre	linha	entre
Espécies de Poales	2	5	4	6	4	4	6	4
Total de espécies	15	22	22	23	25	24	18	19

O tratamento que obteve maior número de espécies totais, ao contrário das expectativas iniciais, foi o tratamento de manejo não intensivo com adubo, onde foram encontradas 25 espécies também na linha do plantio (pé da muda) e 24 espécies na entrelinha de plantio.

Uma das hipóteses proposta pelo autor deste projeto, para os dois casos acima, se desdobra na questão do coroamento feito no pé da muda, este manejo pode ter simulado a herbivoria nas áreas de manejo intensivo, quando na verdade estávamos testando a aplicação do herbicida Glyphosate, isto fez com que nos dois pontos de coleta que foram realizados no pé das mudas tenhamos avaliado, na verdade, uma simulação de herbivoria através do coroamento, e portanto tivemos este resultado oposto ao que foi proposto.

Pensando nas áreas de manejo intensivo, o fato de termos feito a coleta duas semanas antes da terceira aplicação de herbicidas na área, cria a hipótese de que as gramíneas invasoras tiveram mais tempo para se desenvolver e se multiplicar, com isso conseguiram competir com as outras espécies de forma mais agressiva. Isso pode ter feito com que pequenas populações de monocotiledôneas da família poaceae tomassem conta das subparcelas que foram coletas no pé das mudas nas áreas de manejo intensivo. Acredita-se que o coroamento e a amostragem no pé da muda, possa ter ajudado o perfilhamento das espécies monocotiledôneas infestantes nessas áreas.

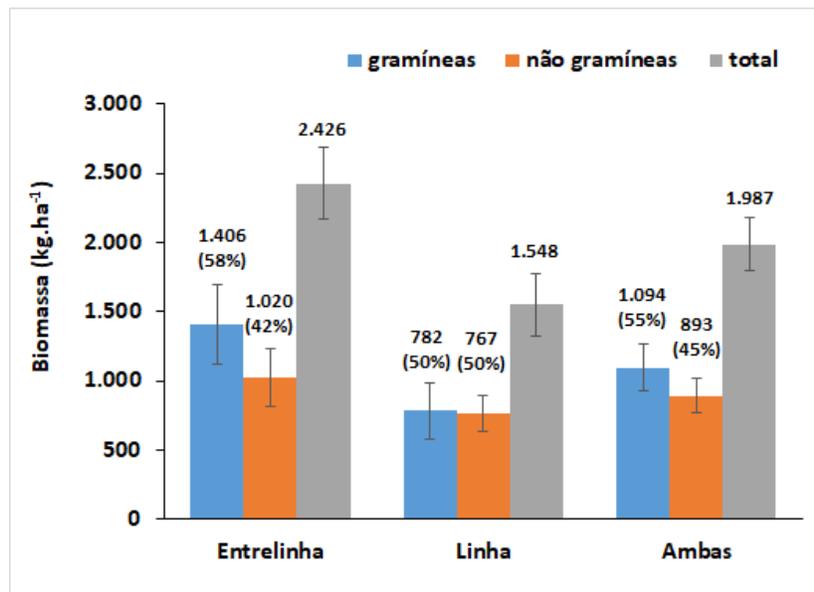
Este fato cria a nova hipótese de que quando foi feita a coleta nas áreas de manejo intensivo, com a adubação e coroamento das mudas, favorecemos o aumento de populações de monocotiledôneas da família poaceae no pé da muda. Essa explicação vai ao encontro com a hipótese testada de que ao fazer a roçada (coroamento), pode-se causar um aumento da biomassa de espécies invasoras e diminuição da riqueza das espécies na área. (RESENDE; LELES, 2017).

Em relação ao número de espécies da ordem Poales, o tratamento com menor número de espécies foi novamente o com manejo intensivo e adubação, com apenas duas espécies na linha de plantio, somando todas as repetições. Este fato pode explicar a hipótese anterior, de que poucas espécies de rápido crescimento e alta taxa de perfilhamento estavam no banco de sementes dessas áreas de manejo intensivo junto com a adubação e o coroamento, o coroamento facilitou a rebrota e perfilhamento destas espécies e ocasionou menor número de espécies na área principalmente nos locais próximos ao pé das mudas (linhas).

Além disso, conseguimos visualizar que a espécie citada por Santos et al. (2018) do gênero *Urochloa*, não foi encontrada nos tratamentos do manejo não intensivo, tanto com adubo quanto sem adubo, mas foram encontradas nos tratamentos de manejo intensivo, fortalecendo a hipótese citada anteriormente.

Os tratamentos com maior número de espécies de Poales foram aqueles com manejo não intensivo e sem adubo na linha de plantio, e o manejo intensivo sem adubação na entrelinha do plantio, onde em ambos foram encontradas seis espécies de plantas infestantes da Ordem Poales, somadas todas as repetições, mas nenhuma delas do gênero *Urochloa* spp.

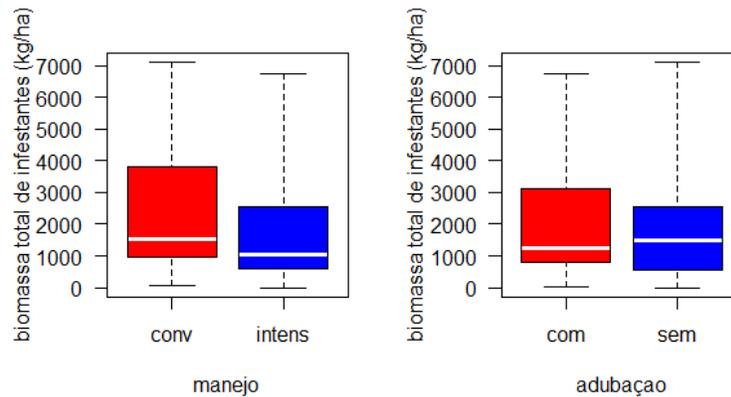
No geral, há menos biomassa de plantas infestantes na linha de plantio, isto provavelmente deve-se ao fato de que nos dois tipos de manejo tenha acontecido o coroamento das mudas e a remoção de uma parte das plantas infestantes, isto pode ser um fator que inviesou o resultado da pesquisa (figura 5).



**Figura 5.** Média ( $\pm$  erro padrão) de biomassa de plantas infestantes na linha e entrelinha de plantio de restauração florestal com 14 meses em Araras-SP.

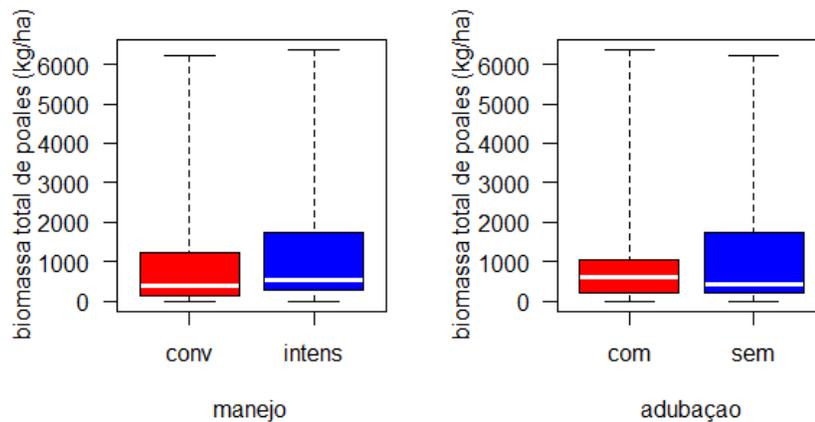
Outra possível explicação para esta questão é termos alocado a subparcela bem de baixo da copa das mudas. Porém, na entrelinha, observou-se maior biomassa de plantas gramíneas do que para não gramíneas, indo ao encontro do argumentado por Resende & Leles (2017), que mencionam o aspecto agressivo das espécies da ordem Poales, nas áreas em estágio inicial de restauração florestal.

Nem o manejo de controle de plantas infestantes (fator A,  $F = 1,36854$ ,  $P = 0,2692$ ) e nem a adubação (fator B,  $F = 0,32813$ ,  $P = 0,5683$ ) afetaram a biomassa de plantas infestantes (figura 6).



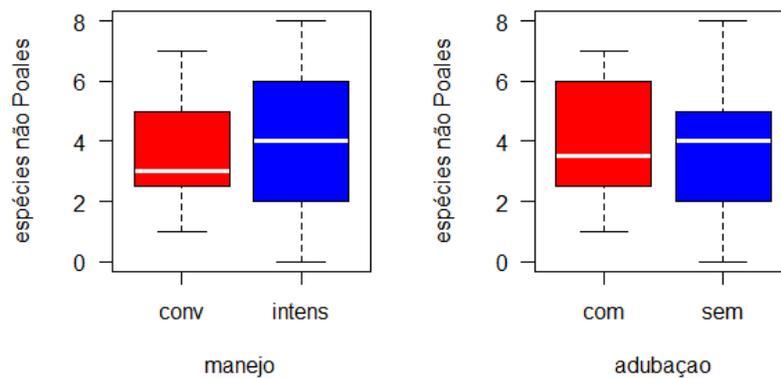
**Figura 6.** Biomassa total de plantas infestantes em plantio de restauração florestal com 14 meses em Araras-SP. Dados não diferem entre si para os diferentes tratamentos (ANOVA,  $P < 0,05$ ). Conv = Manejo não intensivo; Intens = Manejo intensivo; Com = com adubação; Sem = sem adubação.

Além disso, não houve interação significativa entre as variáveis para a biomassa de plantas infestantes ( $F = 2,33748$ ,  $P = 0,1301$ ). Esses resultados foram similares quando somente a biomassa de Poales foi avaliada, visto que nem o manejo de controle de plantas infestantes (fator A,  $F = 0,33314$ ,  $P = 0,5766$ ) e nem a adubação (fator B,  $F = 0,04886$ ,  $P = 0,8256$ ) afetaram a biomassa total de Poales ( $F = 0,76742$ ,  $P = 0,3836$ ) (figura 7).



**Figura 7.** Biomassa de plantas infestantes da ordem Poales em plantio de restauração florestal com xx meses/anos em Araras-SP. Dados não diferem entre si para os diferentes tratamentos (ANOVA,  $P < 0,05$ ). Conv = Manejo não intensivo; Intens = Manejo intensivo; Com = com adubação; Sem = sem adubação.

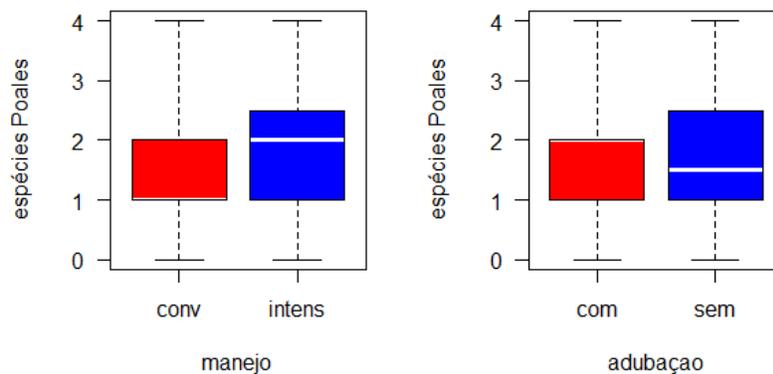
Conforme mostrado (figura 8), nem o manejo de controle de plantas infestantes (fator A,  $F = 0,25871$ ,  $P = 0,6220$ ) e nem a adubação (fator B,  $F = 0,11647$ ,  $P = 0,7338$ ) afetaram a riqueza média de espécies de não gramíneas (não Poales) nos diferentes tratamentos ( $F = 0,10372$ ,  $P = 0,7482$ ).



**Figura 8.** Riqueza de espécies de não Poales em plantio de restauração florestal com 14 meses em Araras-SP. Dados não diferem entre si para os diferentes tratamentos (ANOVA,  $P <$

0,05). Conv = Manejo não intensivo; Intens = Manejo intensivo; Com = com adubação; Sem = sem adubação.

De modo similar, nem o manejo de controle de plantas infestantes (fator A,  $F = 0,014230$ ,  $P = 0,9074$ ) e nem a adubação (fator B,  $F = 0,003685$ ,  $P = 0,9517$ ) afetaram a riqueza média de espécies de Poales ( $F = 0,080260$ ,  $P = 0,7777$ ) nos tratamentos (Figura 9).



**Figura 9.** Riqueza de espécies de Poales em plantio de restauração florestal com 14 meses em Araras-SP. Dados não diferem entre si para os diferentes tratamentos (ANOVA,  $P < 0,05$ ). Conv = Manejo não intensivo; Intens = Manejo intensivo; Com = com adubação; Sem = sem adubação.

Os tratamentos convencionais realizados com roçada mecanizada tendem a ter uma pior resposta em campo, quando a área é tomada por gramíneas do gênero *Urochloa* sp. (SANTANA; LELES; RESENDE; MACHADO; RIBEIRO; GOMES, 2020), porém, no presente projeto isto não ocorreu, provavelmente por não ser uma área de pastagem degradada, e sim, uma área de plantio de cana-de-açúcar, onde a priori existia o uso repetitivo de herbicida e provavelmente o banco de sementes não era formado em sua maioria de monocotiledôneas da família poaceae, como é o caso de ambientes de pastagem. Estes dois fatores favorecem um ambiente mais biodiverso e menor incidência de espécies monocotiledôneas da família poaceae.

## 6. Conclusões

A composição das plantas infestantes na área de restauração foi avaliada, porém não se encontrou diferença entre os tratamentos, ou seja, não conseguimos afirmar que a composição e a riqueza de espécies variam em função das técnicas de controle de plantas infestantes e dos níveis de adubação das árvores nativas. De modo similar, a biomassa de plantas infestantes também não variou em função das técnicas de controle e níveis de adubação.

Quanto intensificamos o controle de infestantes com o uso de herbicida, não encontramos aumento da proporção da biomassa e da riqueza de espécies de plantas não Poales. Ao mesmo tempo, a decisão de escolher o manejo intensivo da área com a utilização do coroamento das mudas, e junto a isso ter escolhido o “pé da muda” como uma posição para fazer a coleta de amostras, possa muito provavelmente ter favorecido com que não encontrássemos o resultado esperado. De fato, a proporção da biomassa de não Poales e Poales não difere na linha, mas é maior para Poales na entrelinha.

A organização dos estudos sobre a invasão de espécies exóticas no território brasileiro, e de que forma essas espécies se comportam em cada ambiente, é de extrema importância para que consigamos avaliar as amostras nos projetos de restauração, para melhor definir quais os métodos de controle e se a ou não a necessidade de adubação.

Conclui-se que a escolha do melhor método de controle vai depender muito da fisiologia das espécies que compõe a comunidade de plantas infestantes, do impacto negativo que essa comunidade infestante causa no ambiente.

A inovação nos métodos de controle de espécies de plantas invasoras é necessária para aprimorar os projetos, assim como entender a consequência dos impactos negativos dessas espécies no sucesso e nos custos da restauração.

## 7. Referências Bibliográficas

ALMEIDA, C. de; VIANI, R.A.G. **Espécies arbóreas plantadas na restauração da Mata Atlântica** (versão 2 – agosto 2020). Laboratório de Silvicultura e Pesquisas Florestais, LASPEF/UFSCar. 2020. Disponível em <https://laspef.com.br/wp-content/uploads/2020/05/Almeida-e-Viani2020-especies-plantadas-na-restauracao-Mata-Atlantica.pdf>. Acesso em 05/jun/2021.

BORGGGAARD, O. K.; GIMSING, A. L. Fate of glyphosate in soil and the possibility of leaching to ground and surface waters: a review. **Pest Management Science**, [S.L.], v. 64, n. 4, p. 441-456, 2008. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/ps.1512>.

BRANCALION, P. H. S. *et al.* Intensive silviculture enhances biomass accumulation and tree diversity recovery in tropical forest restoration. **Ecological Applications**, [s. l], v. 0, n. 0, p. 1-12, fev. 2019.

CONOVER, W. J.; IMAN, R. L. Rank Transformations as a Bridge between Parametric and Nonparametric Statistics. **The American Statistician**, [S.L.], v. 35, n. 3, p. 124-129, ago. 1981. <http://dx.doi.org/10.1080/00031305.1981.10479327>.

GILL, J. P. K.; SETHI, N.; MOHAN, A.; DATTA, S.; GIRDHAR, M. Glyphosate toxicity for animals. **Environmental Chemistry Letters**, [S.L.], v. 16, n. 2, p. 401-426, 14 dez. 2017. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10311-017-0689-0>.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos**. Rio de Janeiro: IBGE- Diretoria de Geociências, Manuais Técnicos de Geociências, v. 1, p. 1-271, 2012.

IPEF – INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS. **Recomendações de adubação para Eucalyptus, Pinus e espécies nativas**. Piracicaba, 2005. Disponível em: <https://www.ipef.br/silvicultura/adubacao.asp> . Acesso em: 25 junho. 2021.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**: plantio direto e convencional. 7. ed., Plantarum, 2014. 338 p.

MEDICA, J. A. S.; REIS, N. S.; SANTOS, M. E. R. Caracterização morfológica em pastos de capim-marandu submetidos a frequências de desfolhação e níveis de adubação. **Ciência Animal Brasileira**, [S.L.], v. 18, n. 18, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1089-6891v18e-40460>.

MACHADO, V. M. *et al.* Controle químico e mecânico de plantas daninhas em áreas em recuperação. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 11, n. 2, p. 139-147, ago. 2012.

MANTOANI, M. C.; DIAS, J.; TOREZAN, J. M. D. ROÇAGEM E APLICAÇÃO DE HERBICIDA PARA CONTROLE DE *Megathyrus maximus*: danos sobre a vegetação preexistente em um reflorestamento de 20 anos. **Ciência Florestal**, [S.L.], v. 26, n. 3, p. 839, 30 set. 2016. Universidad Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509824212>.

MARTINS, A. F. **Controle de gramíneas exóticas invasoras em área de restauração ecológica com plantio total, Floresta Estacional Semidecidual, Itu - SP**. 2011. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências. Área de Concentração: Recursos Florestais Com Opção em Conservação de Ecossistemas Florestais., Esalq/USP. Piracicaba, 2011.

MAYER, T. S. **Sistemas agroflorestais biodiversos: alternativa viável para recuperação de passivos ambientais**. 2019. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Biologia Geral/bioprospecção, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2019. Disponível em: <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/2393/1/TatianadaSilvaMayer.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2020.

SOUSA, N. **Planejamento experimental usando ANOVA de 1 e 2 fatores com o R: uma breve abordagem prática**. 2017. Universidade aberta. Disponível em: [https://repositorioaberto.uab.pt/bitstream/10400.2/6389/1/R\\_textAnova12\\_v5\\_ReposAb.pdf](https://repositorioaberto.uab.pt/bitstream/10400.2/6389/1/R_textAnova12_v5_ReposAb.pdf). Acesso em: 7 jun. 2021.

PEREIRA, F. C. *et al.* Interferência de plantas daninhas: conceitos e exemplos na cultura do eucalipto. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 3, n. especial, p. 236-255, 2014.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, 2019.

RESENDE, A. S. de; LELES, P. S. S. **Controle de plantas daninhas em restauração florestal**. Brasília: Embrapa, 2017. 107 p.

RODRIGUES, E. R. **Floristic and phytosociological analysis of weed community in initial recovery of native vegetation area**. 2015. Disponível em: <http://docplayer.com.br/55690991-Floristica-e-fitosociologia-da-comunidade-infestante-presente-em-area-durante-processo-inicial-de-recuperacao.html>. Acesso em: 31 mar. 2020.

ROYSTON, P. Remark AS R94: a remark on algorithm as 181. **Applied Statistics**, [S.L.], v. 44, n. 4, p. 547, 1995. JSTOR. <http://dx.doi.org/10.2307/2986146>.

SANTANA, J. E S. *et al.* **Grasses Control Strategies in Setting Restoration Stand of the Atlantic Forest**. **Floresta e Ambiente**, [S.L.], v. 27, n. 2, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.006619>.

SANTOS, F. A. M. *et al.* Controle químico de plantas daninhas em povoamentos de restauração florestal. **Pesquisa Florestal Brasileira**. Seropédica, p. 1-9. 29 dez. 2018.

SILVEIRA, Leonardo Palhares da; MENEZES, Eduarda Soares; MUCIDA, Danielle Piuzana; PEREIRA, Israel Marinho; SANTOS, José Barbosa dos; OLIVEIRA, Marcio Leles Romarco de. O uso do software Imagej na estimativa de substrato exposto pós controle de gramíneas invasoras. **Revista Ecologia e Nutrição Florestal - Enflo**, [S.L.], v. 6, n. 2, p. 51, 20 nov. 2018. Universidad Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/2316980x33509>.

SIMPÓSIO DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA, 8., 2019, São Paulo. **Desafios da restauração ecológica no mundo e no Brasil**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2019. 281 p.

SOUZA, L. S.; VELINI, E. D.; MAIOMONI-RODELLA, R. C. S. Efeito alelopático de plantas daninhas e concentrações de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial de eucalipto (*Eucalyptus grandis*). **Planta Daninha**, v.21, n.3, p.343- 354, 2003.

TSUI, M.; CHU, L. Comparative Toxicity of Glyphosate-Based Herbicides: Aqueous and Sediment Porewater Exposures. **Arch Environ Contam Toxicol**, v. 46, n.3, p. 316–323, 2004. <https://doi.org/10.1007/s00244-003-2307-3>

UFSCar, Universidade Federal de São Carlos - Centro de Ciências Agrárias. **Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental. Grupo de Estudos e Práticas em Irrigação. Dados Climatológicos coletados pela Estação Meteorológica Automática**. Araras, 2019. Disponível em: [www.meteorologia-ara.ufscar.br/dados-meteorologicos/estacao-meteorologica-automatica-ema/dados/](http://www.meteorologia-ara.ufscar.br/dados-meteorologicos/estacao-meteorologica-automatica-ema/dados/). Acesso em: 25 março de 2020.

BECK, U. **La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidade**. Barcelona: Paidós, 1998.

VENABLES, W. N.; RIPLEY, B. D. **Modern Applied Statistics with S**. Springer, 2002. 495 p.

VILLA, E. B. **Aspectos silviculturais ecológicos em área de restauração florestal com diferentes espaçamentos de plantio**. 2012. 57 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais., Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2012.

WEIDLICH, E. W. A.; FLÓRIDO, F. G.; SORRINI, T. B.; BRANCALION, P. H. S. Controlling invasive plant species in ecological restoration: a global review. **Journal of Applied Ecology**, [S.L.], v. 57, n. 9, p. 1806-1817, 11 jun. 2020. <http://dx.doi.org/10.1111/1365-2664.13656>.

YOSHIDA, F. A.; STOLF, R. Mapeamento digital de atributos e classes de solos da UFSCar-Araras/SP. **Ciência, Tecnologia & Ambiente**, Araras, v. 3, n. 1, p. 1-11, 2016.