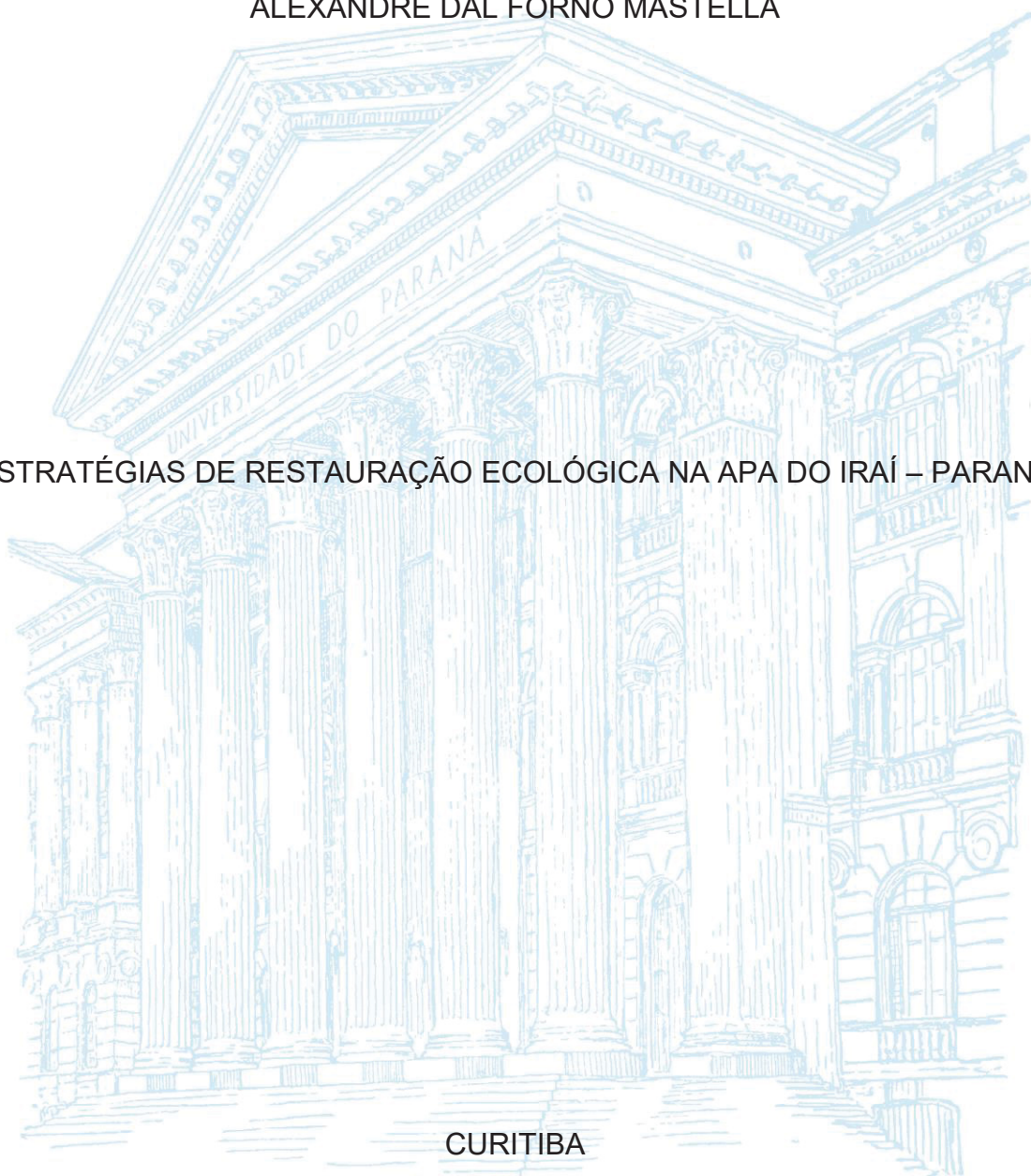


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ALEXANDRE DAL FORNO MASTELLA

ESTRATÉGIAS DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA NA APA DO IRAÍ – PARANÁ



CURITIBA

2022

ALEXANDRE DAL FORNO MASTELLA

ESTRATÉGIAS DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA NA APA DO IRAÍ – PARANÁ

Tese apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Doutor, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Camargo Angelo

Coorientadoras:

Prof^a Dr^a Dagma Kratz

Prof^a Dr^a Karen Koch Fernandes de Souza

CURITIBA

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Mastella, Alexandre dal Forno

Estratégias de restauração ecológica na APA do Iraí – Paraná /
Alexandre dal Forno Mastella. – Curitiba, 2022.

1 recurso on-line : PDF.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Camargo Angelo

Coorientadoras: Profa. Dra. Dagma Kratz

Profa. Dra. Karen Koch Fernandes de Souza

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de
Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal.
Defesa: Curitiba, 27/09/2022.

1. Florestas - Restauração - Paraná. 2. Área de Proteção Ambiental
do Iraí (PR). 3. Adubação verde. 4. Áreas protegidas - Conservação
e restauração. 5. Teses. I. Angelo, Alessandro Camargo. II. Kratz,
Dagma. III. Souza, Karen Koch Fernandes de. IV. Universidade Federal
do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. V. Título.

CDD – 634.9

CDU – 634.0.23(816.2)

Bibliotecária: Berenice Rodrigues Ferreira – CRB 9/1160



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA
FLORESTAL - 40001016015P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação ENGENHARIA FLORESTAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **ALEXANDRE DAL FORNO MASTELLA** intitulada: **ESTRATÉGIAS DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA NA APA DO IRAÍ-PARANÁ**, sob orientação do Prof. Dr. ALESSANDRO CAMARGO ANGELO, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 27 de Setembro de 2022.

Assinatura Eletrônica
03/10/2022 08:26:04.0

ALESSANDRO CAMARGO ANGELO
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
27/09/2022 13:25:51.0

LARISSA DE BORTOLLI CHIAMOLERA SABBI
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO
PARANÁ, CâMPUS MEDIANEIRA)

Assinatura Eletrônica
27/09/2022 14:43:48.0
RENATO MARQUES

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica
27/09/2022 15:00:08.0
NELSON LUIZ COSMO

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica
28/09/2022 08:01:51.0

ROSIMERI DE OLIVEIRA FRAGOSO
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA)

Avenida Lothário Meissner, 632 - CURITIBA - Paraná - Brasil
CEP 80210-170 - Tel: (41) 3360-4212 - E-mail: pgfloresta@gmail.com

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.
Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 225295

**Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp>
e insira o código 225295**

DEDICATÓRIA

*Ao meu avô Atílio Emílio Dal Forno “in memoriam”,
...Vô! Agora sim, como tu sempre disseste: “Doutor Engenheiro Florestal”.*

AGRADECIMENTOS

À fé de todos os que acreditaram que este objetivo um dia seria alcançado, especialmente a minha em Nossa Senhora de Fátima e em Nossa Senhora das Graças, pela graça alcançada e pela proteção e segurança nas estradas durante todas as viagens entre o Rio Grande do Sul e o Paraná.

À minha família, alicerce da minha vida. À minha mãe Márcia, pela atenção e amor incondicionais, que, sabendo do meu sonho, sempre esteve ao meu lado e, mesmo distante, sabia como eu estava e me dizia o que deveria ser feito. Ao meu pai Dimas, pelo amor e auxílio em qualquer momento e para qualquer adversidade – incluo aqui, todas as angústias e dificuldades de campo enfrentadas neste período – foste tu pai que encontraste as melhores soluções e nos repassasse a tempo de executarmos no campo – por meio da tua experiência, ensinamentos e dicas precisas, resistimos bravamente, implantamos e conseguimos manter uma nova área de restauração florestal durante a estiagem mais severa dos últimos 100 anos no Paraná e região metropolitana de Curitiba – PR, és meu exemplo de pessoa, profissional agropecuarista e gestor ambiental, mostrando que podemos conciliar preservação e produção em nosso País, obs: tem uma galera que quer visitar Santana da Boa Vista – RS, temos que agendar uma data que tenha uns serviços leves para esse pessoal...”juntar pedra, carpir caraguatá, curar o bicharedo”...esse tipo de lida tranquila e comum para o vivente da campanha!!

Faço um agradecimento especial à minha Avó Elsa, suas orações e seus ‘raminhos bentos’ estão sempre comigo. Obrigado Vó pela força, pelo exemplo de garra e coragem. Somos imensamente felizes de tê-la conosco atacando a geladeira de madrugada até hoje. Te amo Vó!

Agradeço também a minha tia Jeane, pelo cuidado e zelo comigo e por sempre me esperar com uma comida caseira após cada viagem.

Agradeço ao meu irmão Ariel, pelo exemplo de persistência e por amar tudo o que faz e fazer com felicidade, a vida é isso, e um dia, talvez, farei academia contigo ou formaremos uma nova banda!

À minha sogra Carmen, minha segunda mãe, pelo amor, pelas orações e por ser um porto seguro para nós, assim como meu sogro, Seu Geraldo, exemplo de pai, agricultor e caráter que terei para sempre. À minha cunhada Aline sou grato pelas conversas e por mostrar sempre o melhor caminho, e ao Leandro agradeço pela

amizade e pela inspiração como Engenheiro Agrônomo e agricultor que és. Ao Arthur, meu afilhado, por entender que o dindo vai mas sempre volta!

À Taís, minha noiva e amor da minha vida, pelo incentivo, por acreditar mais que eu...és àquela para quem eu sempre volto, obrigado minha pequena, te agradeço por me encorajar a cada instante, te amo e tenho muito orgulho de você.

À Universidade Federal do Paraná (UFPR) por me deixar fazer parte da sua história e a CAPES pela concessão da bolsa de pesquisa durante este período. Porém, antes, agradeço à Unicentro de Irati na pessoa do Professor Rogério Bobrowski, por me direcionar para a UFPR e fazer com que àquilo que parecia tão distante não fosse tão longe assim.

A todos os colaboradores da Fazenda Canguiri da UFPR, meu lugar de trabalho, aos tratoristas Ezequiel e Ivan, parceiros de campo, aos funcionários Sodré, Jeferson e Márcio, pela rapidez com a logística das ações, e, em especial, ao Orlando, que já sabia que iríamos chegar tarde para almoçar rsrsrs. Agradeço também ao Prof. Ferrari pelo apoio durante todo experimento e interesse demonstrado no trabalho.

Aos alunos do Grupo PET da Engenharia Florestal que atuaram conosco, agradeço em especial ao Lucas Oliveira, pelo trabalho executado na fase de implantação do experimento e, ao aluno Wilson Marques P. Carvalho por todo o trabalho conjunto de coleta e análise de solo.

Faço um agradecimento muito especial à aluna Isabelle Mesadri Gewehr pela agilidade em resolver as coisas que eu não tinha ideia de como poderia ser feito; à aluna Ana Carolina Coelho Schimaleski pela dedicação em todas as etapas e por não haver tempo ruim e, à aluna Ana Beatriz Barbosa por estar sempre presente e fazer de sua Iniciação Científica a continuidade de parte do trabalho.

Às alunas do curso técnico em meio ambiente integrado do CEEP Newton Freire Maia que realizaram estágio conosco no viveiro e nas áreas do projeto Arboreto, faço meu reconhecimento a todas por meio da atual acadêmica de Engenharia Florestal da UFPR e integrante do PET – Marcella da Silva Roza – estamos no caminho certo; e, aos alunos do curso Técnico em Meio ambiente subsequente do CEEP Newton Freire Maia, agradeço a todos em nome do aluno, estagiário e amigo Rosnaldo Dereski, meu “mentor” na roçadeira e uma das pessoas mais importantes que atuou no local para que tenhamos hoje o Arboreto 3 consolidado como uma área de restauração florestal na Fazenda Canguiri.

Aos estagiários do curso de Engenharia Florestal da UFPR, Yuri Marlon Strzeleski Wodzik e Pietro Antonio Demoliner, pelo empenho demonstrado e amizade construída; e, ao aluno de IC Lucas Freiria pela ajuda sempre eficiente. Com certeza, o aprendizado foi mútuo e agradeço muito a vocês

Ao amigo e Mestre em Engenharia Florestal Rodrigo Condé Alves, e aí “brow”, existem pessoas que não aparecem em nossa vida por acaso. Desde nossa primeira conversa vimos que nos daríamos bem e que nosso trabalho seria feito com alegria. Tu és um exemplo de profissional para mim e um amigo para a vida toda.

À minha colega de doutorado Chaiane Rodrigues Schneider, a irmã que eu não tive! Então Chai, obrigado pela dedicação em nossa pesquisa, pela garra e força (literalmente rsrs) demonstrada durante esse tempo. Tu és um exemplo de resistência e de luta pelo que acreditas, continue sempre assim.

Aos colegas do Laboratório de Sementes Florestais (LASF/UFPR) e do Grupo de Estudos em Propagação de Espécies Florestais (GEPEF/UFPR), Mônica, Natália, Manoela, Francival, e, especialmente, a Letícia Siqueira Walter, pelo auxílio no processamento e análise dos dados, inclusive aos sábados, foste fundamental!

Ao professor Renato Marques pela orientação referente ao levantamento de solo, pela disponibilidade da infraestrutura do Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da UFPR, bem como do Laboratório de Biogeoquímica do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR para realizarmos as análises, e também pelo aceite do convite de compor a banca examinadora.

Às professoras Larissa de Bortolli Chiamolera Sabbi, Rosimeri de Oliveira Fragoso e Rozimeiry Gomes Bezerra Gaspar, e, aos professores, Nelson Luis Cosmo e Carlos André Stuepp por aceitarem compor a banca examinadora.

Às minhas coorientadoras, professora Dagma Kratz, pela confiança em meu trabalho, por me fazer escrever e por ser brilhante no que faz; e, a professora Karen Koch Fernandes de Souza, pelo exemplo de educadora e por ter plantado a semente do projeto Arboreto, fazendo com que muitos assim como eu tenham a oportunidade de aprender fazendo. Carrego a amizade de vocês comigo com muito carinho.

Por fim, agradeço ao meu orientador professor Alessandro Camargo Angelo, por fazer com que eu retomasse o amor pela minha profissão, por mostrar que jamais podemos desistir e que a vida e a restauração florestal são difíceis mas também podem ser belas ao mesmo tempo.

Do Cerne da Terra

*Matei a sede nas vertentes das canhadas
Que brotam frias das raízes do capim
Forjando a templa que carrego feito marca
Dos que cruzaram por aqui antes de mim*

*Se sou herdeiro deste chão que nos abriga
Esta canção quero cantar pra ti
Agradecer a sombra amiga deste mato
E a cada amigo que plantei aqui*

*O mesmo rio que divide mata sedes
A mesma terra dividida mata fome
Porque razão plantar fronteiras e tapumes
Se os corações são iguais em cada homem*

*Que se acendam nesta noite as labaredas
Que nos aqueça o angico e o tarumã
Da mesma terra brotem outros com mais viço
Para aquecer os pescadores do amanhã*

Luiz M. Carlos Batista / Miguel Bicca / Odemar Gerhardt

RESUMO

A fragmentação das florestas reduz a proteção de espécies da fauna e da flora, altera a cobertura do solo, catalisa as mudanças climáticas e interfere diretamente na qualidade de vida da população. No Brasil, em específico no bioma Mata Atlântica, a alteração da paisagem foi acentuada pelos impactos da ocupação humana relacionados ao surgimento das maiores cidades do País nesta faixa do território. A restauração ecológica busca reestruturar o ambiente com a retomada gradativa dos processos naturais em uma área degradada. Existem diferentes técnicas de restauração, entre elas, os sistemas consorciados de plantio, que combinam espécies herbáceas e lenhosas – consideradas do ponto de vista socioambiental – agrícolas e florestais – em uma mesma área buscando facilitar o processo de sucessão da vegetação. Em áreas de uso restrito, como as unidades de conservação, tais ações devem seguir determinadas diretrizes, sendo que, os maiores desafios encontrados atualmente se referem ao estabelecimento das mudas diante das frequentes alterações nos padrões meteorológicos e, o controle da matocompetição nos primeiros anos dos plantios. A fim de avaliar o potencial da adubação verde associada ao plantio de mudas de espécies florestais nativas na restauração ecológica, a pesquisa foi realizada em uma área de restauração florestal denominada Arboreto 3, no Centro de Estações Experimentais Fazenda Canguiri da Universidade Federal do Paraná (UFPR) inserida na Área de Proteção Ambiental (APA) do Iraí no município de Pinhais, região metropolitana de Curitiba – PR. A referida tese está organizada em dois capítulos com os seguintes objetivos, respectivamente: Capítulo I – avaliar o plantio consorciado de mudas de oito espécies florestais nativas com adubação verde em uma área de restauração florestal, analisando a influência das espécies forrageiras na sobrevivência e no crescimento das mudas durante a estiagem histórica do ano de 2020 ocorrida na região metropolitana de Curitiba – PR; Capítulo II – analisar o efeito da adubação verde no controle da planta infestante *Melampodium perfoliatum* na APA do Iraí. A influência das espécies forrageiras na sobrevivência e no crescimento das espécies arbóreas foi verificada por meio de 3 tratamentos: plantio de mudas convencional em espaçamento 3 x 2 m (testemunha); plantio de mudas consorciado com gramíneas forrageiras: *Avena strigosa* (aveia-preta) – ciclo de inverno e *Pennisetum glaucum* (milheto) – ciclo de verão; plantio de mudas consorciado com leguminosas forrageiras: *Vicia sativa* (ervilhaca) – ciclo de inverno e *Cajanus cajan* (feijão guandu) – ciclo de verão. As forrageiras foram semeadas em cultivos solteiros nas entrelinhas do plantio das mudas. Para analisar o efeito da adubação verde no controle do *M. perfoliatum*, a massa seca e a altura das forrageiras foi relacionada com às da planta infestante após seu desenvolvimento nestas faixas das parcelas. Com exceção da *Mimosa scabrella*, as demais espécies apresentaram taxas de sobrevivência superiores a 50%. O consórcio com ervilhaca favoreceu o crescimento das mudas, sendo superior aos demais tratamentos. O crescimento das espécies florestais no consórcio com aveia-preta foi inferior ao plantio convencional. Já, a expressão do *M. perfoliatum* foi superior nas parcelas de ervilhaca em relação a aveia-preta. A aveia-preta proporcionou o melhor controle do *M. perfoliatum*.

Palavras-chave: silvicultura; restauração florestal; espécie invasora; culturas anuais; climatologia.

ABSTRACT

Forest fragmentation reduces the protection of species of fauna and flora, alters soil cover, catalyzes climate change and directly interferes with the quality of life of the population. In Brazil, specifically in the Atlantic Forest biome, the change in the landscape was accentuated by the impacts of human occupation related to the emergence of the largest cities in the country in this part of the territory. Ecological restoration seeks to restructure the environment with the gradual resumption of natural processes in a degraded area. There are different restoration techniques, including intercropped planting systems, which combine herbaceous and woody species – considered from a socio-environmental point of view – agricultural and forestry – in the same area, seeking to facilitate the process of vegetation succession. In areas of restricted use, such as conservation units, such actions must follow certain guidelines, and the greatest challenges currently encountered refer to the establishment of the seedlings in the face of frequent changes in weather patterns and the control of weed competition in the early years of the plantations. The research was carried out in a forest restoration area (Arboreto 3,) at the Centro de Estações Experimentais Fazenda Canguiri of the Federal University of Paraná (UFPR) within the Environmental Protection Area (APA) of Iraí in the municipality of Pinhais, metropolitan region of Curitiba – PR. This thesis is organized into two chapters with the following objectives, respectively: Chapter I - evaluate the intercropped planting of seedlings of eight native forest species with green manure in a restoration area, analyzing the influence of forage species on the survival and growth of the seedlings during the historical drought of the year 2020 that occurred in the metropolitan region of Curitiba – PR. Chapter II – to analyze the effect of green manure on the control of the weed plant *Melampodium perfoliatum* in an APA in the southern region of Brazil. The influence of the forage species on the survival and growth of tree species was verified through 3 treatments: planting conventional seedlings in a spacing of 3 x 2 m (control); planting of seedlings intercropped with forage grasses: *Avena strigosa* (black oat) – winter cycle and *Pennisetum glaucum* (millet) – summer cycle; planting of seedlings intercropped with forage legumes: *Vicia sativa* (vetch) – winter cycle and *Cajanus cajan* (pigeon bean) – summer cycle. The forages were sown in single crops between the lines of seedling planting. To analyze the effect of green manure on the control of *M. perfoliatum*, the dry mass and height of the forage species were related to those of the weed after its development in these strips of the plots. With the exception of *Mimosa scabrella*, the other species showed survival rates above 50%. The intercropping with vetch favored the growth of seedlings, being superior to the other treatments. The growth of forest species in the intercropping with black oat was lower than in the conventional planting. The expression of *M. perfoliatum* was superior in vetch plots in relation to black oat. Black oat provided the best control of the *M. perfoliatum*.

Key words: forestry; forest restoration; invasive species; annual crops; climatology.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	13
1.1 REFERÊNCIAS.....	16
2 SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO DE MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS EM PLANTIOS CONSORCIADOS COM ADUBAÇÃO VERDE DURANTE A ESTIAGEM DE 2020 NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA – PR – BRASIL.....	19
2.1 INTRODUÇÃO	21
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	23
2.2.1 Área de estudo	23
2.2.2 Implantação do experimento	24
2.2.2.1 Arranjo do plantio das mudas das espécies florestais nativas	25
2.2.2.2 Adubação verde	27
2.2.3 Cultivo mínimo do solo	27
2.2.4 Atividades de manutenção	28
2.2.5 Replantios	28
2.2.6 Dados meteorológicos.....	29
2.2.7 Série de precipitação e temperatura para Curitiba – PR.....	29
2.2.8 Análise de solo	32
2.2.9 Coleta e análise dos dados	34
2.3 RESULTADOS	35
2.3.1 Descrição da sobrevivência.....	35
2.3.2 Análise do crescimento	36
2.4 DISCUSSÃO	40
2.4.1 Descrição da sobrevivência.....	40
2.4.2 Análise do crescimento	43
2.4.3 Avaliação dos tratamentos	46
2.5 CONCLUSÕES	49
REFERÊNCIAS.....	50
3 EFEITO DA ADUBAÇÃO VERDE NO CONTROLE DE <i>Melampodium perfoliatum</i> (Cav.) Kunth EM ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL NO SUL DO BRASIL.....	55
3.1 INTRODUÇÃO	57

3.2 MATERIAL E MÉTODOS	59
3.2.1 Área de estudo	59
3.2.2 Implantação do experimento	60
3.2.3 Análise de solo	60
3.2.4 Dados Meteorológicos	63
3.2.5 Semeadura das espécies forrageiras de ciclo de inverno	63
3.2.6 Semeadura das espécies forrageiras de ciclo de verão	64
3.2.7 Coleta de dados	65
3.2.7.1 Espécies forrageiras do ciclo de inverno	65
3.2.7.2 Espécies forrageiras do ciclo de verão	66
3.2.8 Análise estatística	66
3.3 RESULTADOS	67
3.3.1 Avaliação das espécies forrageiras do ciclo de inverno	67
3.3.1.1 Análise de variância (ANOVA) da massa seca e da altura.....	67
3.3.2 Crescimento do <i>Melampodium perfoliatum</i> (Cav.) Kunth após a execução da adubação verde.....	69
3.3.2.1 Análise de variância (ANOVA) da variável massa seca e da altura	69
3.4 DISCUSSÃO	71
3.4.1 Espécies forrageiras do ciclo de inverno	71
3.4.2 Crescimento do <i>Melampodium perfoliatum</i> (Cav.) Kunth após a execução da adubação verde.....	72
3.5 CONCLUSÕES	75
REFERÊNCIAS.....	76
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	80
REFERÊNCIAS GERAIS	81

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil possui um dos ecossistemas mais ricos em biodiversidade do Planeta – a Mata Atlântica – enquadrada entre os *hotspots* mundiais de priorização para conservação (MUYLEAERT et al., 2018; ESSER et al., 2019). O processo de degradação das áreas florestais brasileiras, em específico do bioma Mata Atlântica, ocorre desde o período colonial, principalmente em razão do empreendedorismo agropecuário e da comercialização nacional e internacional de madeira (GALLI; BALDIN, 2016). A supressão da vegetação foi motivada por estas atividades antrópicas durante os variados ciclos econômicos do país, resultando na alteração das paisagens e na fragmentação das florestas, que interferiu também nos serviços ecossistêmicos fornecidos por esses ambientes – a proteção de espécies da fauna e da flora, o controle de pragas, a preservação dos mananciais – entre outros (OLIVEIRA; MATTOS, 2014; VIEIRA; GARDNER, 2012).

A restauração florestal ou restauração ecológica busca o restabelecimento de florestas biologicamente viáveis e autosustentáveis, tarefa que necessita cada vez mais de avanços técnico-científicos para que atinja sua efetividade prática (BRANCALION et al., 2010; FREITAS et al., 2016). Uma vez restauradas, essas áreas passam a oferecerem serviços ecossistêmicos importantes devido à retomada dos processos ecológicos e evolutivos (MIRANDA et al., 2011; CAMPOS et al., 2012). Neste aspecto, as estratégias de restauração florestal podem apresentar diferentes propósitos, como a reabilitação de funcionalidades ambientais específicas, tais como, a melhoria das características do solo ou o resgate do componente arbóreo, o resgate da biodiversidade, ou ainda a adequação ambiental de propriedades rurais e empreendimentos econômicos causadores de impactos; logo, não se trata de uma tarefa fácil e a definição da metodologia a ser utilizada é um ponto chave para o êxito do processo de recuperação (ANGELO; SOUZA, 2020). O dimensionamento correto e a união de técnicas podem proporcionar importantes resultados às ações de manutenção dos locais e aos benefícios ambientais. Por isso, o entendimento de como estes métodos funcionam quando aplicados em conjunto é imprescindível.

A adubação verde consiste no cultivo de plantas com características específicas como o acúmulo de nutrientes em seus tecidos, a produção de grande quantidade de biomassa e a eficiência na cobertura do solo (ABRANCHES et al.,

2021). Quando em consórcio com mudas arbóreas nativas, o uso da adubação verde favorece o crescimento das espécies florestais plantadas (RESENDE; LELES, 2017).

Com a criação da Lei Federal nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012), que institui o Programa de Regularização Ambiental (PRA), a busca de alternativas ao modelo tradicional de restauração florestal (que utiliza apenas espécies nativas do bioma), tende a ganhar relevância (MARTINS, et al., 2019). Com isso, pode ser possível a restauração e a regularização ambiental de propriedades rurais a partir da recomposição das áreas de preservação permanente (APP) e da criação/regulamentação da Reserva Legal (RL) com a implementação de novos arranjos de plantios e composições de espécies, usufruindo das interações ecológicas significativas existentes entre os componentes a partir da comprovação da eficiência destes modelos; fato que merece maior discussão, haja vista os desafios de conciliação das demandas produtivas e à restauração ecológica visando a soberania alimentar e a geração de renda (SILVA, 2015; LELES, et al., 2015; GAMA RODRIGUES, 2006).

As áreas de proteção ambiental (APA's) são Unidades de Conservação (UCs) de uso sustentável, em geral extensas e com certo grau de ocupação humana, possuindo atributos bióticos, abióticos, estéticos ou culturais importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, tendo como objetivo proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (ICMbio, 2011). Nas APAs, determinadas atividades são permitidas desde que não representem uma ameaça para os recursos ambientais renováveis e os processos ecológicos, uma vez que tais áreas destinam-se a assegurar uma alta qualidade ambiental, livre de poluição, de erosão e de outras formas de degradação dos recursos ambientais (IBRAM, 2020).

A APA Estadual do Iraí é uma unidade de conservação de uso sustentável com uma área de aproximadamente 11.536 hectares e que tem por objetivo a proteção e a conservação da qualidade ambiental dos sistemas naturais ali existentes, em especial a qualidade e a quantidade da água para fins de abastecimento público, estabelecendo medidas e instrumentos para gerenciar todos os fenômenos e seus conflitos advindos dos usos variados e antagônicos na área da Bacia Hidrográfica do Rio Iraí (PARANÁ, 1996). Instituída no ano de 1996 pelo decreto estadual nº 1.753 de 06 de maio de 1996, possui jurisdição legal no bioma Mata Atlântica, fitofisionomia da Floresta Ombrófila Mista, abrangendo parte dos municípios de Pinhais, Piraquara,

Quatro Barras, Colombo e Campina Grande do Sul, localizados na região metropolitana de Curitiba – capital do estado do Paraná/BR (UC BRASIL, 2022). Conforme o zoneamento ecológico-econômico estabelecido na APA do Iraí, são indicadas cinco zonas: represa, zonas urbanas, zonas de conservação, zonas de conservação de vida silvestre e zonas de uso agropecuário; nesta última, admite-se agricultura intensiva e extensiva, pastagem, reflorestamento e atividades minerárias específicas adotando-se práticas conservacionistas, entretanto, ficam proibidas ou restringidas – entre outras atividades – o uso de agrotóxicos e outros biocidas em desacordo com as normas ou recomendações instituídas no plano de manejo da unidade (PARANÁ, 1996).

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial do emprego de cultivos agrícolas com adubação verde associados ao plantio de mudas de espécies florestais nativas, implantados simultaneamente, e em uma mesma área de restauração ecológica localizada na APA do Iraí – Paraná.

O primeiro capítulo analisou o plantio de mudas arbóreas nativas consorciado com espécies forrageiras gramíneas e leguminosas de adubação verde nos ciclos de inverno e verão. Neste capítulo, buscou-se determinar a relação entre a sobrevivência e o crescimento das mudas nos diferentes tratamentos, bem como, detalhar as práticas de cultivo mínimo do solo executadas para a condução do experimento a campo, uma vez que a área experimental se localizava na APA do Iraí e a implantação do experimento coincidiu com um dos mais significativos períodos de escassez hídrica registrados na região metropolitana de Curitiba – PR.

O segundo capítulo buscou demonstrar a ação da adubação verde no controle da planta infestante *Melampodium perfoliatum* (Cav.) Kunth na APA do Iraí. O *M. perfoliatum* é conhecido pela ocupação de extensas áreas abertas provocando sérios danos a cultivos agrícolas tradicionais e ao desenvolvimento da vegetação nativa em áreas em processo de restauração florestal. Além disso, buscou-se ampliar o conhecimento sobre o comportamento da espécie *M. perfoliatum* a fim de oferecer formas alternativas de controle para serem implementadas em áreas de uso restrito e em trabalhos de restauração ecológica.

1.1 REFERÊNCIAS

ABRANCHES, M. O.; SILVA, G. A. M.; SANTOS, L. C.; PEREIRA, L. F.; FREITAS, G. B. Contribuição da adubação verde nas características químicas, físicas e biológicas do solo e sua influência na nutrição de hortaliças. **Research, Society and Development**, São Paulo, v. 10, n. 7, p. 1-17, 2021.

ANGELO, A. C.; SOUZA, K. K. F. de. **Restauração Florestal**. SENAR. 2020. Curitiba. 192p.

BRANCALION, P. H.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; KAGEYAMA, P. Y.; NAVE, A. G.; GANDARA, F. B.; BARBOSA, L. M.; TABARELLI, M. Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 3, 2010.

BRASIL. Decreto-lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 maio 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm>. Acesso em: 01 mai. 2022.

CAMPOS, W. H.; NETO, A. M.; PEIXOTO, H. J. C.; GODINHO, L. B.; SILVA, E. Contribuição da fauna silvestre em projetos de restauração ecológica no Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 72, 2012.

ESSER, L. F.; NEVES, D. M.; JARENKOW, J. A. Habitat – specific impacts of climate change in the Mata Atlântica biodiversity hotspot. **Diversity and Distributions**, Tucson, v. 25, p. 1846-1856, 2019.

FREITAS, T. C.; GUARINO, E. S. G.; SOUSA, L. P.; MIURA, A. K.; RODRIGUES, R. L.; ESPINDOLA, V. S.; RIBEIRO, J. F.; GOMES, G. C. Lista de espécies arbóreas e arbóreas para restauração ecológica de formações florestais no bioma Pampa. **Anais...** Vitória, n. 67, 2016.

GALLI, V. B.; BALDIN, N. Desgaste nos meandros da bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Norte: história e econômica do desmatamento da Mata Atlântica (Joinville – SC). **Geosul**, Florianópolis, v. 31, n. 61, p. 309-334, 2016.

GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, E. F. **Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável**. Goytacazes: Embrapa informação tecnológica. 2006. 365 p.

INSTITUTO BRASÍLIA AMBIENTAL. 2020. **Você sabe o que é uma APA?** Disponível em: <<https://www.ibram.df.gov.br/voce-sabe-o-que-e-uma-apa>>. Acesso em: 18 abr. 2022.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2011. **Diferença entre APA e APP não é clara para todos, diz artigo**. Disponível em: <<https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/noticias/ultimas-noticias/diferenca-entre-apa-e-app-nao-e-clara-para->

todos-diz-

artigo#:~:text=Bras%C3%ADlia%20(19%2F05%2F2011,e%20demais%20meios%20de%20informa%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em 18 abr. 2022.

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. **Restauração Florestal e a Bacia do Rio Guandu**. 1. ed. Seropédica: Editora Rural, 2015. p. 120-156.

MARTINS, E. M.; SILVA, E. R.; CAMPELLO, E. F. C.; LIMA, S. S.; NOBRE, C. P.; CORREIA, M. E. F.; RESENDE, A. S. O uso de sistemas agroflorestais diversificados na restauração florestal na Mata Atlântica. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 632-648, 2019.

MIRANDA, D. L. C.; MELO, A. C. G.; SANQUETTA, C. R. Equações alométricas para estimativa de biomassa e carbono em árvores de reflorestamento de restauração. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 3, 2011.

MUYLAERT, R. L.; VANCINE, M. H.; BERNADO, R.; OSHIMA, J. E. F.; SOBRAL-SOUZA, T.; TONETTI, V. R.; NIEBUHR, B. B.; RIBEIRO, M. C. UMA NOTA SOBRE OS LIMITES TERRITORIAIS DA MATA ATLÂNTICA. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 3, p. 302-311, 2018.

OLIVEIRA, F. F. G.; MATTOS, J. T. Análise ambiental de remanescentes do bioma Mata Atlântica no litoral sul do Rio Grande do Norte – NE do Brasil. **GEOUSP**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 165-183, 2014.

PARANÁ. Decreto nº 1753, de 06 de maio de 1996. Instituída a Área de Proteção Ambiental na área de manancial da bacia hidrográfica do rio Irai, denominada APA Estadual do Iraí. **Legislação do Estado do Paraná**, Paraná, 07 maio, 1996.

Disponível em:

<<https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=25265&indice=1&totalRegistros=8&dt=27.0.2021.11.19.24.944>>. Acesso em: 18 abr. 2022.

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. dos. (Org.). **Controle de plantas daninhas em restauração florestal**. Brasília: Embrapa Agrobiologia, 2017. p. 13-26.

SILVA, R. J.; Recuperação de áreas degradadas por meio de sistemas agroflorestais: limites e possibilidades. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, Rio Branco, v. 2, n. 2, p. 165-169, 2015.

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO BRASIL – UC BRASIL. **Nossos Parques – Área de Proteção Ambiental do Iraí (APA)**. Disponível em:<

<https://nossosparques.org.br/pt-br/arp/2433>>. Acesso em: 24 out. 2022.

VIEIRA, I. C. G.; GARDNER, T. A. Florestas secundárias tropicais: ecologia e importância em paisagens antrópicas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, v. 7, n. 3, p. 191-194, 2012.

CAPÍTULO I

2 SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO DE MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS EM PLANTIOS CONSORCIADOS COM ADUBAÇÃO VERDE DURANTE A ESTIAGEM DE 2020 NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA – PR – BRASIL

RESUMO

Plantios consorciados entre espécies agrícolas e florestais podem ser implementados com objetivos distintos. Na restauração florestal, propiciam o recobrimento rápido do solo devido ao crescimento expressivo das espécies forrageiras, o que favorece o restabelecimento de processos naturais locais. Buscando avaliar a sobrevivência e o crescimento de mudas de oito espécies florestais nativas consorciadas com adubação verde, foram testados 3 tratamentos: plantio de mudas convencional em espaçamento 3 x 2 m (testemunha); plantio de mudas consorciado com gramíneas forrageiras: *Avena strigosa* (aveia-preta) – ciclo de inverno e *Pennisetum glaucum* (milheto) – ciclo de verão; plantio de mudas consorciado com leguminosas forrageiras: *Vicia sativa* (ervilhaca) – ciclo de inverno e *Cajanus cajan* (feijão guandu) – ciclo de verão. A pesquisa foi realizada em uma área de restauração florestal denominada Arboreto 3, no Centro de Estações Experimentais Fazenda Canguiri da Universidade Federal do Paraná (UFPR) inserido na Área de Proteção Ambiental (APA) do Iraí no município de Pinhais, região metropolitana de Curitiba – PR. A coleta de dados foi realizada aos 520 dias pós-plantio, no mês de maio de 2021. Com exceção da *Mimosa scabrella*, as demais espécies apresentaram taxas de sobrevivência superiores a 50% nos três tratamentos. As maiores taxas foram observadas para *Araucaria angustifolia* (95,8 %) e *Inga sesselis* (91,6%), ambas no consórcio com gramíneas, para *Luehea divaricata* (91,6%), no consórcio com leguminosas, e para *Cassia leptophylla* (91,6%) no consórcio com leguminosas e no plantio convencional. O consórcio com ervilhaca favoreceu o crescimento das mudas, sendo superior aos demais tratamentos avaliados, apresentando os maiores valores de altura e diâmetro, respectivamente, para *Mimosa scabrella* (325,08 e 61,07 cm), *Luehea divaricata* (159,00 e 45,55 cm) e *Solanum diploconus* (128,12 e 39,64 cm). O crescimento das espécies florestais no consórcio com aveia-preta foi inferior ao plantio convencional, evidenciando o alto potencial de competição da gramínea em relação às espécies florestais. Diante da estiagem histórica do ano de 2020, algumas estratégias mostraram-se interessantes para serem implementadas em situações de falta de umidade, tais como: irrigação – aplicação de 10 litros de água por muda – e a distribuição dos restos culturais oriundos de trabalhos de manutenção (coroamentos e roçadas), ou outro tipo de material vegetal (acículas de pinus, por exemplo), como cobertura morta junto às plantas.

Palavras-chave: recuperação de áreas degradadas; plantas de cobertura; escassez hídrica.

ABSTRACT

Intercropped plantings between agricultural and forestry species can be implemented with different objectives. In forest restoration, they provide rapid soil coverage due to the expressive growth of the forage species, which favors the restoration of local natural processes. Seeking to evaluate the survival and growth of seedlings of eight native forest species intercropped with green manure, 3 treatments were tested: planting conventional seedlings in a spacing of 3 x 2 m (control); planting of seedlings intercropped with forage grasses: *Avena strigosa* (black oat) – winter cycle and *Pennisetum glaucum* (millet) – summer cycle; planting of seedlings intercropped with forage legumes: *Vicia sativa* (vetch) – winter cycle and *Cajanus cajan* (pigeon bean) – summer cycle. The research was carried out in a forest restoration area called Arboreto 3, at the Centro de Estações Experimentais Fazenda Canguiri of the Federal University of Paraná (UFPR) within at the Environmental Protection Area (APA) of Iraí in the municipality of Pinhais, metropolitan region of Curitiba – PR. Data collection was performed at 520 days after planting, in May 2021. With the exception of *Mimosa scabrella*, the other species showed survival rates above 50% in the three treatments. The highest rates were observed for *Araucaria angustifolia* (95.8%) and *Inga sessilis* (91.6%), both in the intercropping with grasses, for *Luehea divaricata* (91.6%), in the intercropping with legumes, and for *Cassia leptophylla* (91.6%) in the intercropping with legumes and in conventional planting. The intercropping with vetch favored the growth of seedlings, being superior to the other treatments evaluated, presenting the highest values of height and diameter, respectively, for *Mimosa scabrella* (325.08 and 61.07 cm), *Luehea divaricata* (159.00 and 45.55 cm) and *Solanum diploconus* (128.12 and 39.64 cm). The growth of forest species in the consortium with black oat was lower than that of conventional planting, evidencing the high potential of grass competition in relation to forest species. In view of the historical drought of the 2020, some strategies proved to be interesting to be implemented in situations of lack of humidity, such as: irrigation - application of 10 liters of water per seedling - and the distribution of cultural remains from maintenance work (crowning and mowing), or other type of plant material (pine needles, for example), as mulch next to the plants.

Key words: recovery of degraded areas; cover plants; water scarcity.

2.1 INTRODUÇÃO

A restauração ecológica de ecossistemas florestais, ou restauração florestal, permite que áreas degradadas sejam recuperadas gradualmente com o retorno de características semelhantes às originais. Isso é possível por meio de ações desencadeadas por processos naturais, pela ação direta do homem ou pela união dessas duas forças (BRANCALION, 2015). Uma destas práticas, que impulsiona a sucessão da vegetação, é o plantio simultâneo de espécies de diferentes grupos ecológicos (ASSIS et al., 2013; ALMEIDA, 1998).

O uso ou apropriação de processos naturais buscando otimizar resultados na restauração florestal tem sido objeto de grande discussão (CORBIN; HOLL, 2012), uma vez que a introdução das espécies corretas é a base para o sucesso do trabalho. As metodologias ou estratégias passivas de restauração florestal geralmente são conhecidas pelo isolamento da área, nestes casos, devem haver regenerantes de espécies nativas suficientes, árvores matrizes, banco de sementes e a presença de animais dispersores em áreas próximas; por outro lado, os métodos silviculturais consistem nos plantios de mudas e são empregados quando a área a ser recuperada não apresenta regeneração natural satisfatória (ANGELO; SOUZA, 2020).

Já os plantios consorciados e os sistemas agroflorestais (SAF's), são formas de uso e manejo do solo em que espécies lenhosas (arbustivas ou arbóreas) são combinadas, de maneira intencional e planejada, com cultivos agrícolas e/ou animais em uma mesma área (SENAR, 2017). Com a Lei Federal 12.651/2012 (BRASIL, 2012), que instituiu o Programa de Regularização Ambiental (PRA), a busca de alternativas ao modelo tradicional de restauração florestal, que utiliza apenas espécies nativas regionais, tende a ganhar relevância (MARTINS, et al., 2019). Com isso, pode ser possível restaurar por meio de novos arranjos, usufruindo das interações ecológicas significativas existentes entre os componentes a partir da comprovação da eficiência destas técnicas; fato que merece maior discussão, haja vista os desafios de conciliação das demandas produtivas em relação à restauração ecológica (SILVA, 2015; GAMA RODRIGUES, 2006).

Plantios florestais estabelecidos em regiões de transição entre campo e floresta, por exemplo, podem catalisar a regeneração natural de outras espécies ao criarem microsítios mais favoráveis à germinação de sementes e, ao desenvolvimento de plântulas próximas a fragmentos florestais nativos (CALLEGARO et al., 2013;

SOUZA et al., 2013). Na região metropolitana de Curitiba – PR, a APA Estadual do Iraí é uma UC de uso sustentável com uma área de aproximadamente 11.536 hectares criada para proteger a qualidade ambiental dos sistemas naturais ali existentes (PARANÁ, 1996).

No ano de 2020, a região passou por um período crítico de estiagem, considerado o pior cenário de escassez hídrica em 100 anos no Paraná, que culminou com a queda do nível do reservatório da barragem do Iraí que chegou a cota de 15% (G1PARANÁ, 2020). A seca ocorreu no final do verão e início do outono, nos meses de fevereiro, março e abril, e apresentou um dos mais deficientes totais pluviométricos já registrados para este período; tal fato ocorreu devido à combinação de duas fases opostas de oscilações climáticas interdecadais na temperatura da superfície dos oceanos: a fase positiva da Oscilação Multidecadal do Atlântico e a fase negativa da Oscilação Interdecadal do Pacífico; combinadas, produziram uma variação no estado básico da atmosfera favorecendo a formação de uma estiagem severa na região, que, acrescidas de uma oscilação interanual que também favorece a seca – como é o caso do fenômeno La Niña que atuou sobre a região em 2020 – resultou em um evento extremo (GRIMM, et al., 2020).

A adubação verde, por sua vez, consiste no cultivo de plantas com características específicas como o acúmulo de nutrientes em seus tecidos, a produção de grande quantidade de biomassa e a eficiência na cobertura do solo (ABRANCHES et al., 2021). Quando em consórcio com mudas arbóreas nativas, o uso da adubação verde favorece o crescimento das espécies florestais plantadas (RESENDE; LELES, 2017

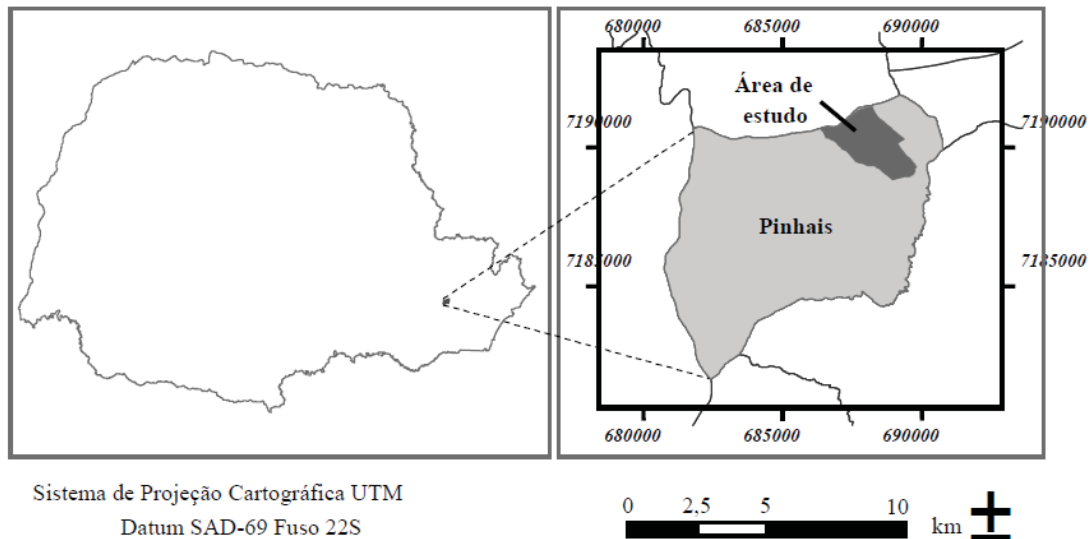
Diante do cenário de mudanças climáticas cada vez mais evidente, estratégias que incluam a diversidade de cultivos podem fornecer soluções para situações ambientais severas como essa. Com isso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o plantio consorciado de mudas de oito espécies florestais nativas e adubação verde em uma área de restauração florestal, a fim de verificar a influência das espécies forrageiras sobre a sobrevivência e no crescimento das mudas durante a estiagem histórica do ano de 2020 que ocorreu na região metropolitana de Curitiba – PR.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Área de estudo

A área de estudo está inserida na Área de Proteção Ambiental Estadual do Iraí (25°25'31.10"S e 49° 6'46.51"O) que possui em seu escopo o Centro de Estações Experimentais Fazenda Canguiri da Universidade Federal do Paraná (25°23'38.31"S e 49° 7'37.56"O, altitude de 900 m.) (FIGURA 1).

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DO CENTRO DE ESTAÇÕES EXPERIMENTAIS FAZENDA CANGUIRI DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, PINHAIS, PR



FONTE: Ribeiro et al. (2007).

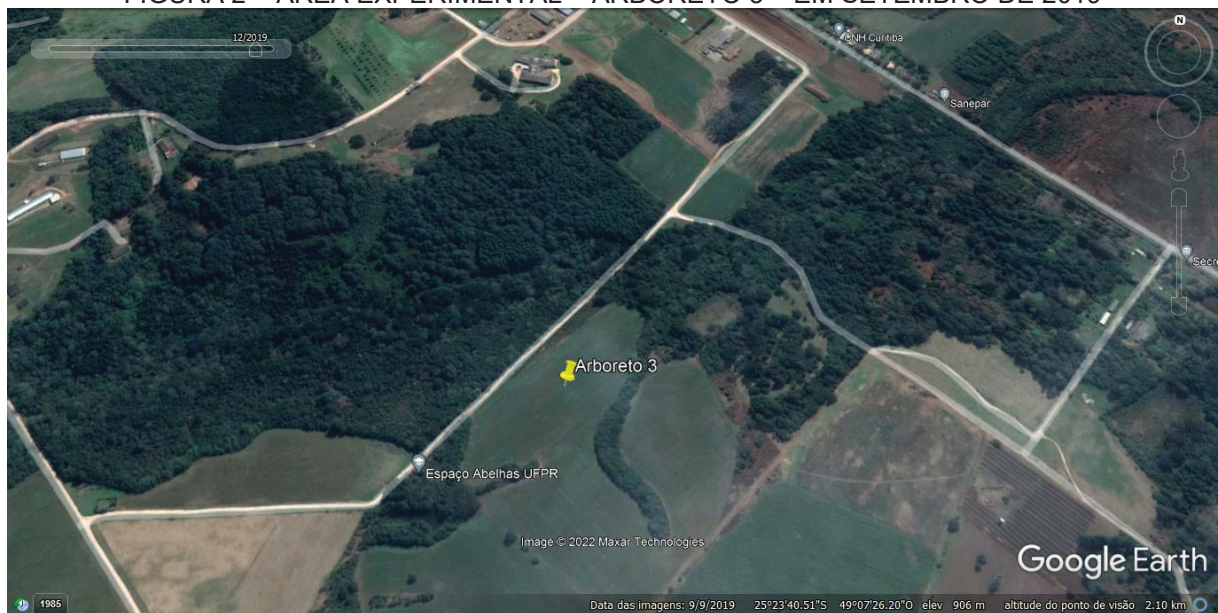
Segundo a classificação de Köppen o clima da região é do tipo Cfb, temperado úmido com chuvas uniformemente distribuídas, sem estação seca, sendo que, a temperatura média do mês mais quente não chega a 22 °C (ALVARES et al., 2013). A precipitação é de 1.100 a 2.000 mm, ocorrendo geadas severas e frequentes em um período médio de 10 a 25 dias por ano (CARVALHO, 2003).

A área é plana, com solo do tipo latossolo, estando em uma zona de transição entre a Floresta Ombrófila Mista (FOM) e vegetação de campo natural – estepe gramíneo-lenhosa (IAT, 2009), próximo ao reservatório da barragem do Iraí, equidistante cerca de 10 a 20 m de remanescentes de floresta secundária da FOM.

2.2.2 Implantação do experimento

A implantação do experimento (plantio das mudas) ocorreu no mês de dezembro de 2019. O local era caracterizado pela presença de cultivos agrícolas anuais (FIGURA 2) até pouco tempo (cerca de dois anos) antes da implantação do experimento, sendo: plantio de *Raphanus sativus* L. (nabo-forrageiro) no inverno e *Zea mays* L. (milho) no verão. Também era praticada a atividade pecuária com pastagem de inverno com *Avena strigosa* Schieb (aveia-preta).

FIGURA 2 – ÁREA EXPERIMENTAL – ARBORETO 3 – EM SETEMBRO DE 2019

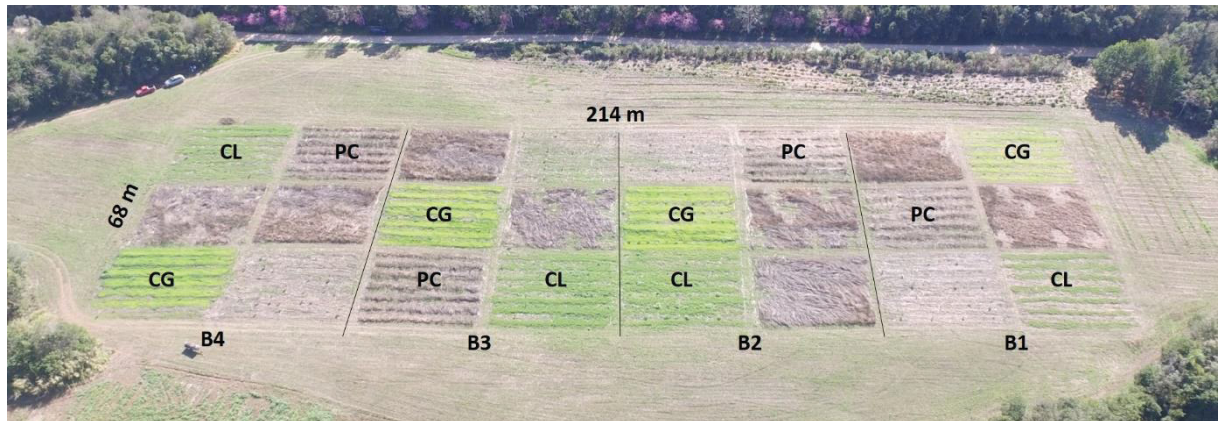


FONTE: Adaptada de GOOGLE EARTH (2019).

Para preparo do solo foi executada a gradagem e, logo após, ocorreu a demarcação da área. A subdivisão das parcelas e o alinhamento do plantio foi realizado com estacas de madeira de 2 m, cordas e trena métrica flexível de 30 e 50 m.

O experimento foi implantado em Delineamento de Blocos Casualizados (DBC) com três tratamentos: plantio convencional (testemunha); consórcio com gramíneas e consórcio com leguminosas; em quatro repetições, totalizando 12 parcelas conforme a FIGURA 3, a seguir. Cada parcela possuía uma área de 432 m² (24 x 18 m), sendo composta por seis linhas de 12 plantas em espaçamento de 3 m (entre linhas) x 2 m (entre plantas), totalizando 72 indivíduos arbóreos por parcela.

FIGURA 3 – DISTRIBUIÇÃO DOS TRATAMENTOS NA ÁREA EXPERIMENTAL



LEGENDA: PC – Plantio Convencional; CG – Consórcio com Gramíneas; CL – Consórcio com Leguminosas.

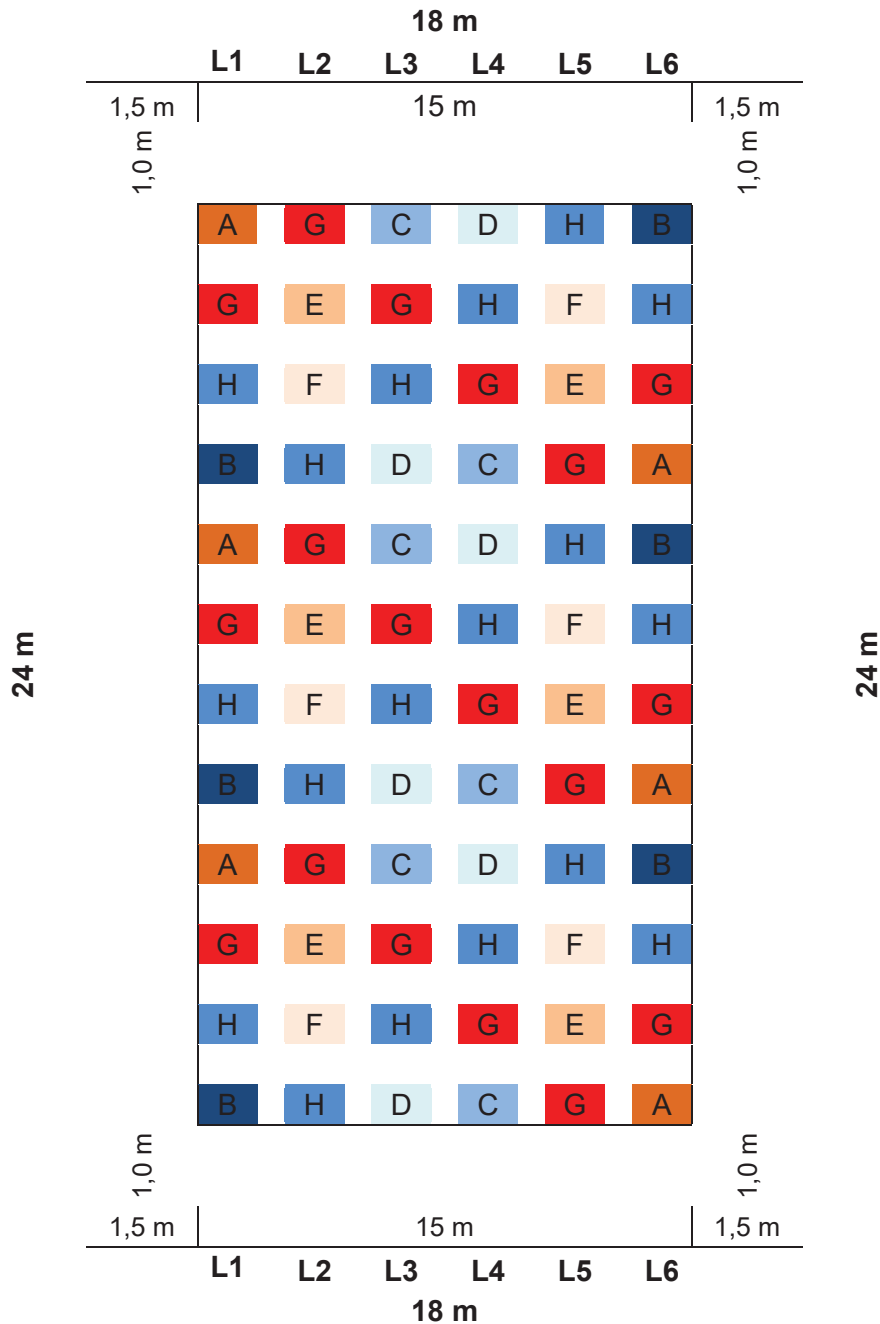
FONTE: O autor (2020).

2.2.2.1 Arranjo do plantio das mudas das espécies florestais nativas

Em cada parcela foram plantados seis indivíduos de cada uma das seguintes espécies: *Casearia decandra* Jacq. (guaçatunga); *Cassia leptophylla* Vogel (falso-barbatimão); *Luehea divaricata* Mart. & Zucc. (açoita-cavalo); *Vitex megapotamica* (Spreng.) Moldenke (tarumã); *Inga sessilis* (Vell.) Mart. (ingá-ferradura) e *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (pinheiro-brasileiro); juntamente com 18 indivíduos da espécie *Mimosa scabrella* Benth. (bracatinga), e 18 indivíduos da espécie *Solanum diploconos* (Mart.) Bohs. (tomatinho do mato).

O arranjo de plantio adotado (FIGURA 4) a seguir, foi definido a partir de diversos ensaios visando favorecer o crescimento de cada espécie e, conseqüentemente, a restauração da área no menor prazo. Aspectos ecológicos como o grupo ecológico ou sucessional, as características e importância sociológicas, bem como a ocorrência natural das espécies e sua adaptação a região bioclimática foram considerados.

FIGURA 4 – ARRANJO DO PLANTIO DE MUDAS NAS PARCELAS ANALISADAS

**LEGENDA:**

Código	Espécie	Nome popular	n° indiv.
A	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	guaçatunga	6
B	<i>Cassia leptophylla</i> Vogel	falso-barbatimão	6
C	<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc	açoita-cavalo	6
D	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	tarumã	6
E	<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	ingá-ferradura	6
F	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	pinheiro-brasileiro	6
G	<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	bracatinga	18
H	<i>Solanum diploconos</i> (Mart.) Bohs	tomatinho-do-mato	18

TOTAL 72

FONTE: O autor (2022).

As mudas plantadas foram provenientes de diferentes viveiros. As espécies *C. decandra*; *C. leptophylla*; *V. megapotamica* e *I. sessilis* foram obtidas junto ao Viveiro Chauá, localizado em Campo Largo – PR, produzidas em sacos de polietileno nas dimensões de 15x20x0,15 cm. As mudas de *A. angustifolia* foram fornecidas pelo viveiro florestal da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG/CAAR) em tubetes de 110 cm³. Já as mudas de *L. divaricata* foram provenientes do viveiro do Instituto Água e Terra do Paraná (IAT) de São José dos Pinhais – PR e do Viveiro Duffatto Florestal de Monte Castelo – SC, produzidas em tubetes de 110 cm³. Por fim, as mudas de *M. scabrella* e *S. diploconos* foram produzidas em tubetes de 110 cm³ no viveiro do projeto Arboreto localizado na fazenda Canguiri.

2.2.2.2 Adubação verde

No tratamento consórcio com gramíneas foi executada a adubação verde com a semeadura manual (a lanço) de gramíneas forrageiras, sendo, *Avena strigosa* Schieb (aveia-preta) como espécie do ciclo de inverno e *Pennisetum glaucum* (L.) R.Br. (milheto) como espécie do ciclo de verão. No tratamento consórcio com leguminosas foi executada a adubação verde com a semeadura manual (a lanço) da espécie leguminosa forrageira *Vicia sativa* L. (ervilhaca) como espécie do ciclo de inverno e o plantio semimecanizado com plantadeira manual (matraca) da espécie *Cajanus cajan* (L.) Huth. (feijão guandU) como espécie do ciclo de verão. A semeadura das espécies forrageiras de inverno foi realizada em maio de 2020, e a semeadura das espécies forrageiras de verão ocorreu em dezembro do mesmo ano.

2.2.3 Cultivo mínimo do solo

Apesar da necessidade da execução de gradagem, o plantio adotou práticas de cultivo mínimo do solo. Foram abertos berços de 30x30x30 cm com o uso de pá chilena e a adubação foi feita no berço com a aplicação de 200 g de fertilizante NPK na formulação 6-30-6. O adubo foi depositado no fundo do berço e coberto com uma fina camada de solo a fim de evitar o contato direto do insumo com as raízes das plantas. No momento de execução do plantio as condições climáticas eram favoráveis, não havendo necessidade de irrigação das mudas.

Foi realizado o recobrimento do solo ao redor de cada muda com cobertura morta. Como alternativa de material disponível, foram coletadas acículas de *Pinus sp.* que compunham a serapilheira de povoamentos próximos. Esse material foi distribuído a partir do caule até a área de projeção da copa de cada muda.

2.2.4 Atividades de manutenção

No final do mês de fevereiro de 2020 foi executado o primeiro coroamento das mudas por meio de capina manual. Em seguida, procedeu-se novamente com a distribuição de acículas ao redor de todas as plantas buscando conter o desenvolvimento de vegetação competidora. Já, no início do mês de maio de 2020, foi executada a primeira campanha de roçada semimecanizada na linha de plantio.

Tendo em vista o período crítico de escassez hídrica que persistia na região, justamente na fase de estabelecimento das mudas no campo, foi necessário realizar irrigação no final do mês de maio de 2020. Um tanque com capacidade de armazenamento de 2.000 litros de água foi posicionado na porção mais alta do terreno. A água era deslocada por gravidade através de mangueiras até os pontos mais próximos possíveis das parcelas, onde a deposição da água nas mudas era feita com o uso de baldes. Foram aplicados 10 litros de água por muda. Mais duas campanhas de irrigação foram executadas – nos meses de setembro e novembro de 2020 – visando minimizar o efeito da estiagem na fase inicial de crescimento das mudas.

2.2.5 Replantios

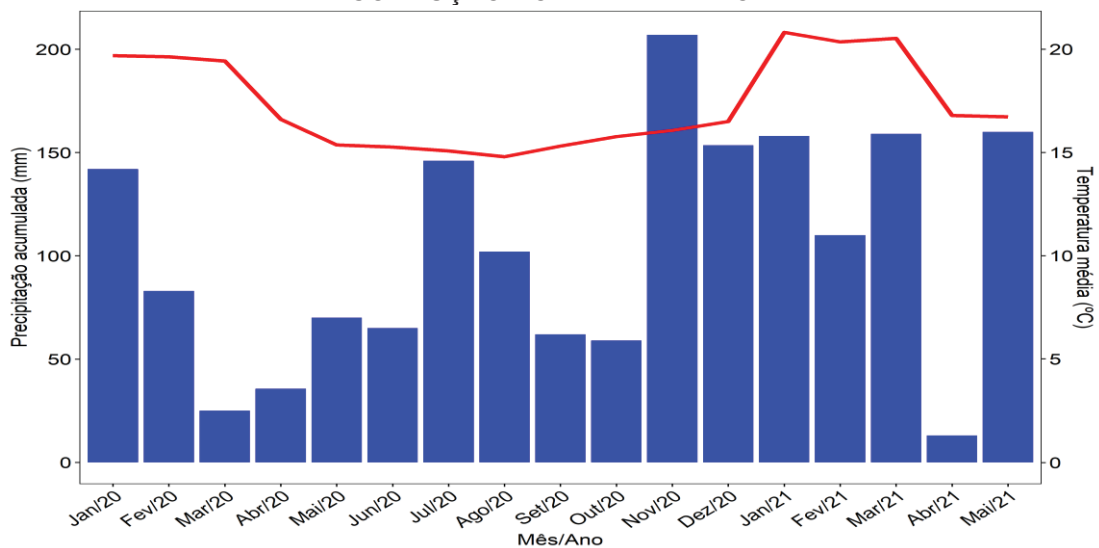
As mudas das espécies *C. decandra*; *C. leptophylla*, *L. divaricata*, *V. megapotamica*, *I. sessilis* e *A. angustifolia* que não sobreviveram ao plantio original foram replantadas em agosto de 2020. Já as mudas de *M. scabrella* que não sobreviveram foram replantadas em dezembro de 2020; enquanto que o replantio das mudas de *S. diploconos* ocorreu em janeiro de 2021.

Os replantios foram realizados em momentos distintos devido às condições climáticas e a disponibilidade de mudas. Entretanto, para a análise do presente trabalho, foram consideradas apenas as mudas do plantio original que no momento da avaliação estavam com 520 dias (17 meses pós-plantio).

2.2.6 Dados meteorológicos

Os dados meteorológicos (FIGURA 5) de precipitação mensal acumulada foram coletados a partir de leituras realizadas em um pluviômetro instalado no centro da área experimental; já a temperatura mensal média referente ao período de condução do experimento foi obtida junto à estação meteorológica do Núcleo de Inovação Tecnológica e Agropecuária (NITA) da UFPR localizada na fazenda Canguiri.

FIGURA 5 – PRECIPITAÇÃO ACUMULADA E TEMPERATURA MENSAL MÉDIA DO PERÍODO DE CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.



FONTE: O autor e adaptado de NITA (2022).

2.2.7 Série de precipitação e temperatura para Curitiba – PR

Por meio de pesquisa na base de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), foi elaborada a série da precipitação mensal acumulada (QUADRO 1) e da temperatura mensal média (QUADRO 2) entre os anos de 2010 a 2021 para Curitiba – PR.

QUADRO 1. DADOS DE PRECIPITAÇÃO MENSAL ACUMULADA PARA CURITIBA – PR DOS ANOS DE 2010 A 2021.

Ano	Precipitação (mm)												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
2010	50,8	169,8	143,8	50,8	14,8	11,2	25	5,2	37,2	149,2	99,2	311	1068
2011	332,6	264,4	71,6	100	30	111,8	157,8	221,8	62,2	179,2	72,2	97,6	1701,2
2012	77	186,6	44	167,6	157,6	147,6	158,6	29,4	159,6	137,2	160,6	234,2	1660
2013	70,2	188,6	128	50,4	66,6	307,8	139,8	38,6	181	97	92,2	48,6	1408,8
2014	243,2	113,6	212	75,8	87,8	200,6	27,2	-	-	21	115	144,2	1240,4
2015	173	245	196,8	54	117	81,6	176,8	26,4	109,2	213,6	246,2	260,4	1900
2016	178	312,2	98,8	140,6	157,6	119,2	119,2	160,6	91,4	179,4	109,6	82,2	1748,8
2017	204,6	89,8	49,6	73,6	104,4	182,4	5,6	96,8	43,4	228	137	154	1369,2
2018	366,6	97,8	328	22,6	26,4	91	4,2	47	66,8	279	72,6	84,2	1486,2
2019	197,4	285,6	65,6	119,2	246,2	74,2	12,2	50,2	136,6	90,8	99	70,6	1447,6
2020	208,6	110,8	14,6	21,2	157,6	143,8	158,6	136,4	159,6	120,8	160,6	158,6	1551,2
2021	219,4	92	128,8	11,6	126,4	-	-	-	-	-	-	-	578,2

FONTE: O autor e adaptado de INMET (2022). Valores médios até o último mês de avaliação do experimento.

QUADRO 2. DADOS DE TEMPERATURA MENSAL MÉDIA PARA CURITIBA – PR DOS ANOS DE 2010 A 2021.

Temperatura (°C)													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
2010	22,4	19,0	15,5	12,7	9,2	9,7	10,2	10,7	13,4	15,9	18,7	19,8	14,8
2011	21,7	21,5	18,7	18,6	14,8	12,8	14,2	14,1	14,8	17,5	17,5	19,9	17,2
2012	20,1	22,1	20,3	18,3	15,2	12,0	13,3	16,0	16,7	18,7	19,2	22,3	17,9
2013	19,8	21,1	19,0	17,8	16,0	14,7	12,4	13,8	15,7	17,4	18,7	20,9	17,3
2014	22,8	22,6	20,4	18,1	16,1	15,4	14,6	-	-	20,2	19,4	21,0	19,1
2015	22,7	21,2	20,1	18,4	15,9	14,8	14,9	17,4	18,3	18,2	18,9	21,3	18,5
2016	21,2	22,2	20,5	21,0	14,8	11,0	13,8	13,9	15,3	16,8	18,3	20,7	17,5
2017	21,8	22,6	19,9	17,7	16,8	15,2	14,3	15,4	19,1	18,0	18,4	20,4	18,3
2018	20,8	20,0	21,3	19,4	16,9	15,1	16,3	14,5	17,0	17,1	18,9	22,0	18,3
2019	25,1	20,9	20,4	19,8	17,6	16,4	15,3	15,0	17,2	19,8	19,2	20,5	18,9
2020	21,4	20,5	20,1	18,0	15,9	16,1	15,4	15,4	18,5	19,1	18,5	20,6	18,3
2021	22,5	21,1	21,1	17,6	16,0	-	-	-	-	-	-	-	19,7

FONTE: O autor e adaptado de INMET (2022). Valores médios até o último mês de avaliação do experimento.

2.2.8 Análise de solo

A coleta de solo foi realizada no mês de janeiro de 2021 nas entrelinhas das parcelas. Foram coletadas 10 subamostras de cada uma das profundidades (0-10 e 10-20 cm) constituindo uma amostra composta. A partir desta, obteve-se uma amostra média que foi enviada para análise. As análises químicas (QUADRO 3) foram realizadas no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da UFPR, sendo que, a análise C/N foi realizada no Laboratório de Biogeoquímica do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR.

QUADRO 3 – ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO

Profundidade (cm)	Tratamento	pH		cmolc/dm ³										%					
		CaCl ₂	SMP	Na	K	Ca	Ca+Mg	Mg	H+Al	Soma de bases (SB)	CTC(efetiva)	Saturação de bases V%	C	N					
0 - 10	p.convencional	5.58	6.11	4.63	8.70	8.48	8.75	13.49	4.75	4.55	21.97	21.97	82.85	3.54	0.22	26.52	35.40	2.33	16.14
10 - 20		5.37	5.91	4.11	8.60	2.48	7.17	10.93	3.76	5.30	13.40	13.40	71.75	3.26	0.18	18.70	32.64	56.28	17.83
0 - 10	c.gramíneas	5.37	5.91	4.33	9.93	7.65	6.83	12.10	5.27	5.40	19.75	19.75	78.47	3.52	0.23	25.15	35.23	2.33	15.50
10 - 20		5.20	5.78	3.42	6.55	2.53	5.97	9.45	3.48	6.00	11.97	11.97	66.14	3.37	0.19	17.97	33.68	58.07	17.81
0 - 10	c.leguminosas	5.31	5.77	6.11	16.15	6.60	7.63	12.36	4.73	6.05	18.96	18.96	75.72	3.93	0.24	25.01	39.28	2.40	16.44
10 - 20		5.27	5.75	5.81	8.75	2.80	6.65	11.15	4.51	6.05	13.95	13.95	69.32	3.59	0.20	20.00	35.93	61.94	17.76

FONTE: O autor (2022). Valores médios dos nutrientes por tratamento.

2.2.9 Coleta e análise dos dados

A coleta de dados foi realizada no mês de maio de 2021 aos 520 dias após o plantio das mudas. Foi avaliada a sobrevivência e mensuradas a altura (cm) com régua graduada e o diâmetro do colo (mm) com paquímetro de precisão.

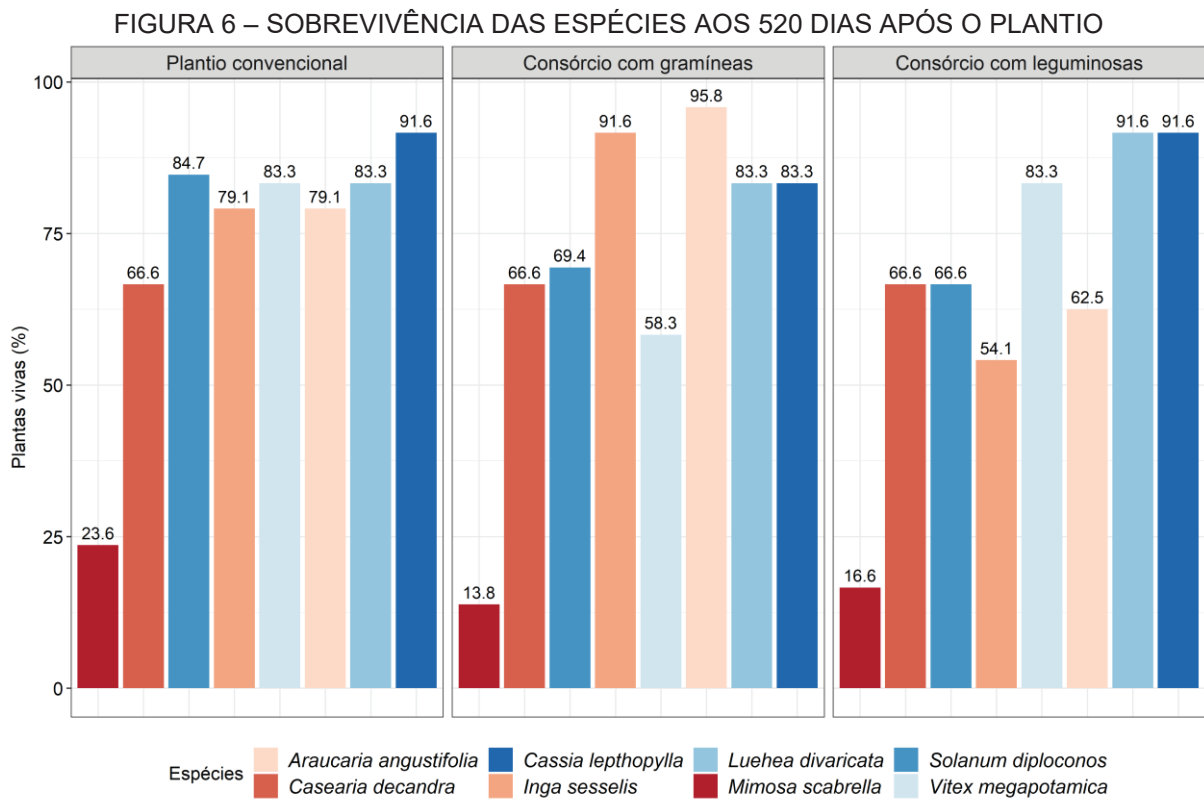
As informações obtidas foram analisadas separadamente para cada espécie. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade dos resíduos de *Shapiro-Wilk*, e, quando necessário, houve a transformação para garantir este pressuposto. Os dados da variável diâmetro para as espécies *S. diploconos* e *I. sessilis* foram transformados por $\log(d)$ e \sqrt{d} , respectivamente.

Em seguida foi feita a Análise de Variância (ANOVA) e aplicado o teste de *Tukey* a 5% de probabilidade para verificar a diferença entre os tratamentos. Utilizou-se o software R v.3.6.3 (R CORE TEAM, 2020) e o pacote *ExpDes* (FERREIRA, CAVALCANTI; NOGUEIRA, 2014).

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Descrição da sobrevivência

Com exceção da espécie *M. scabrella*, as demais apresentaram uma taxa de sobrevivência superior a 50,0%, sendo que *C. decandra* apresentou uma taxa de 66,6 % nos três tratamentos avaliados (FIGURA 6).



FONTE: O autor (2022).

A maior sobrevivência foi verificada para *A. angustifolia* (95,8 %) no consórcio com gramíneas. Assim como essa espécie, neste tratamento, o *I. sessilis* também apresentou uma taxa de sobrevivência elevada (91,6 %), seguido de *C. leptophylla* e do *L. divaricata*, ambas com 83,3 %.

Já no plantio convencional, a espécie com maior sobrevivência foi a *C. leptophylla* (91,6%) seguida de *S. diploconos* (84,7 %). *L. divaricata* e *V. megapotamica*, que também apresentaram valores elevados (83,3 %).

No consórcio com leguminosas *C. leptophylla* e *L. divaricata* foram as espécies com os maiores valores (91,6 %), seguidas de *V. megapotamica* (83,3 %).

2.3.2 Análise do crescimento

As espécies *A. angustifolia* e *C. decandra* não apresentaram diferenças significativas para nenhuma das variáveis analisadas. Em relação à altura, os tratamentos foram significativos para *M. scabrella*, *S. diploconos*, *V. megapotamica*, *C. leptophylla* e *L. divaricata*. Já o diâmetro apresentou diferença significativa para as espécies *I. sessilis*, *S. diploconos*, *V. megapotamica* e *C. leptophylla* (TABELA 1).

TABELA 1 – ANOVA DA ALTURA E DO DIÂMETRO DO COLO DAS MUDAS AOS 520 DIAS

<i>Mimosa scabrella</i> Benth. (bracatinga)					
Altura					
	GL	SQ	QM	F	p-value
Tratamento	2	57196	28598	3,8294	0,0319 **
Bloco	3	185739	61613	8,2905	0.0003 **
Resíduo	33	246442	7468		
Coeficiente de Variação (%)	32,15				
Diâmetro do colo					
Tratamento	2	1,0378	0,5189	2,0736	0,1418
Bloco	3	5,2415	1,8071	7,2214	0,0007 **
Resíduo	33	8,2584			
Coeficiente de Variação (%)	13,68				
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze (pinheiro-brasileiro)					
Altura					
Tratamento	2	655,8	327,91	1,7309	0,1871
Bloco	3	1485,0	494,99	2,6127	0,0610
Resíduo	51	9851,6	189,45		
Coeficiente de Variação (%)	19,3				
Diâmetro do colo					
Tratamento	2	473,5	236,75	2,3355	0,1068
Bloco	3	233,6	77,87	0,7682	0,5103
Resíduo	51	5271,3	101,37		
Coeficiente de Variação (%)	12,84				
<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart. (ingá-ferradura)					
Altura					
Tratamento	2	1746,4	873,21	1,8640	0,1661
Bloco	3	4154,6	1384,88	2,9562	0,0416 **
Resíduo	48	22486,3	468,46		
Coeficiente de Variação (%)	37,03				
Diâmetro do colo					
Tratamento	2	609,8	304,92	3,7486	0,0300 **
Bloco	3	500,1	166,70	2,0494	0,1180
Resíduo	48	4311,20	81,34		
Coeficiente de Variação (%)	39,94				

<i>Solanum diploconos (Mart.) Bohs (tomatinho-do-mato)</i>					
Altura					
Tratamento	2	73920	36960	24,29	6,89 ⁻¹⁰ **
Bloco	3	80875	26958	17,71	6,36 ⁻¹⁰ **
Resíduo	153	232804			
Coefficiente de Variação (%)	40,87				
Diâmetro do colo					
Tratamento	2	37,270	18,634	16,060	4,66 ⁻⁰⁷ **
Bloco	3	75,007	25,002	21,547	1,00 ⁻¹⁰ **
Resíduo	153	289,812	1,160		
Coefficiente de Variação (%)	19,85				
<i>Vitex megapotamica (Spreng.) Moldenke (tarumã)</i>					
Altura					
Tratamento	2	6678	3338,9	4,069	0,023 **
Bloco	3	5084	1694,5	2,065	0,117
Resíduo	47	38558	820,4		
Coefficiente de Variação (%)	30,91				
Diâmetro do colo					
Tratamento	2	432,87	216,43	4,36	0,017 **
Bloco	3	197,46	65,81	1,32	0,27
Resíduo	47	2480,43	49,60		
Coefficiente de Variação (%)	33,14				
<i>Cassia leptophylla Vogel (falso-barbatimão)</i>					
Altura					
Tratamento	2	8551	4275,7	9,961	0,0001 **
Bloco	3	16034	5344,5	12,451	2,16 ⁻⁰⁶ **
Resíduo	58	24895	429,2		
Coefficiente de Variação (%)	26,07				
Diâmetro do colo					
Tratamento	2	308,2	154,08	4,610	0,013 **
Bloco	3	1162,2	387,39	11,591	0,0000 **
Resíduo	58	1938,3	33,42		
Coefficiente de Variação (%)	30,56				
<i>Casearia decandra Jacq. (guaçatunga)</i>					
Altura					
Tratamento	2	1094,9	547,47	1,123	0,334
Bloco	3	3962,6	1320,88	2,711	0,057
Resíduo	41	19976	487,22		
Coefficiente de Variação (%)	26,77				
Diâmetro do colo					
Tratamento	2	5,96	2,981	0,135	0,873
Bloco	3	52,77	17,589	0,799	0,501
Resíduo	41	901,70	21,992		

Coeficiente de Variação (%)	30,04				
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc (açoita-cavalo)					
Altura					
Tratamento	2	32772	16386,0	13,32	1,84 ⁻⁰⁵ **
Bloco	3	37139	12379,7	10,06	2,09 ⁻⁰⁵ **
Resíduo	56	68857	1229,6		
Coeficiente de Variação (%)	27,32				
Diâmetro do colo					
Tratamento	2	379,4	189,68	0,85	0,4317
Bloco	3	4381,6	1460,53	6,56	0,0007 **
Resíduo	56	12458,7	222,48		
Coeficiente de Variação (%)	35,32				

FONTE: O autor (2022). ** Significativo a 5% de probabilidade.

O maior crescimento em altura entre as espécies plantadas foi observado no consórcio com leguminosas e no plantio convencional para *M. scabrella*, sendo 325,08 e 250,70 cm, respectivamente (TABELA 2).

TABELA 2 – MÉDIAS DA ALTURA E DO DIÂMETRO DAS ESPÉCIES POR TRATAMENTO

<i>Mimosa scabrella</i> Benth. (bracatinga)			<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze (pinheiro-brasileiro)	
Tratamento	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Altura (cm)	Diâmetro (mm)
convencional	250,70 ab	43,15 ab	61,63 a	19,94 a
gramineas	231,90 b	33,80 b	53,73 a	14,29 a
leguminosas	325,08 a	61,07 a	62,00 a	14,25 a
<i>Inga sesselis</i> (Vell.) Mart. (ingá-ferradura)			<i>Solanum diploconos</i> (Mart.) Bohs (tomatinho-do-mato)	
Tratamento	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Altura (cm)	Diâmetro (mm)
convencional	55,47 a	19,59 ab	83,22 b	29,49 b
gramineas	55,04 a	21,37 a	78,98 b	25,38 b
leguminosas	68,53 a	19,04 b	128,12 a	39,64 a
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke (tarumã)			<i>Cassia leptopylla</i> Vogel (falso-barbatimão)	
Tratamento	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Altura (cm)	Diâmetro (mm)
convencional	89,21 ab	19,41 ab	70,27 b	16,96 b
gramineas	78,28 b	16,94 b	72,05 b	17,75 b
leguminosas	106 a	20,41 a	95,41 a	21,91 a
<i>Casearia decandra</i> Jacq. (guaçatunga)			<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc (açoita-cavalo)	
Tratamento	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Altura (cm)	Diâmetro (mm)
convencional	79,28 a	15,63 a	115,70 b	40,21 a
gramineas	79,31 a	15,23 a	107,25 b	40,58 a
leguminosas	89,85 a	16,10 a	159,00 a	45,55 a

FONTE: O autor (2022). Médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores da altura para a *M. scabrella* no consórcio com leguminosas e no plantio convencional são significativamente superiores ao consórcio com gramíneas, onde a espécie apresentou o crescimento de 231,90 cm. O mesmo comportamento foi observado para o *V. megapotamica*, que apresentou um crescimento de 106,00 cm no consórcio com leguminosas e 89,21 cm no plantio convencional, valores significativamente maiores que o observado no consórcio com gramíneas em que a espécie obteve 78,28 cm. *L. divaricata*, *S. diploconos* e *C. leptopylla*, apresentaram o maior crescimento no consórcio com leguminosas, com os valores de 159,00, 128,12 e 95,41 cm, respectivamente, significativamente maiores que nos demais tratamentos. Já o *I. sessilis* não apresentou diferença significativa para a variável altura.

Em relação ao diâmetro, o crescimento das mudas de *M. scabrella* no consórcio com leguminosas foi de 61,07 mm e no plantio convencional correspondeu a 43,15 mm, ambos significativamente superiores aos valores obtidos no consórcio com gramíneas, em que a espécie obteve o valor de 33,80 mm. *S. diploconos* e *C. leptopylla* obtiveram maior crescimento no consórcio com leguminosas com os valores de 39,64 e 21,91 mm, respectivamente, semelhante ao observado para a altura destas espécies. Já as mudas de *V. megapotamica* demonstraram os maiores crescimentos em diâmetro no consórcio com leguminosas seguido do plantio convencional (20,41 e 19,41 mm), respectivamente.

Quando analisamos o crescimento de *I. sessilis*, observamos que apenas para esta espécie o consórcio com gramíneas mostrou um resultado significativamente superior (21,37 mm), se igualando ao tratamento plantio convencional (19,59 mm). O crescimento da espécie foi significativamente maior nos dois tratamentos em relação ao consórcio com leguminosas (19,04 mm). *L. divaricata* não apresentou diferença significativa para o diâmetro, enquanto as espécies *A. angustifolia* e a *C. decandra* não apresentaram diferenças significativas tanto para a altura quanto para o diâmetro nos tratamentos avaliados.

2.4 DISCUSSÃO

2.4.1 Descrição da sobrevivência

O experimento foi implantado em dezembro de 2019, dessa forma, no período mais importante de adaptação dos indivíduos no campo, principalmente entre os meses de março, abril e maio de 2020, os índices pluviométricos foram de 25,0, 35,6 mm e 70 mm, com temperaturas médias de 19,4 °C 16,6 °C e 15,4 °C, respectivamente (FIGURA 5). Quando comparados com os dados da série da precipitação mensal acumulada e da temperatura mensal média (QUADROS 1 e 2) para Curitiba – PR, nota-se que a precipitação do ano anterior (2019) para os meses de março, abril e maio foi de 65,6 mm, 119,2 mm e 246,2 mm, com temperaturas de 20,4 °C, 19,8 °C e 17,6 °C, respectivamente.

A escassez hídrica afetou a sobrevivência e o crescimento das mudas. Essa condição permaneceu ao longo do ano e no ano seguinte. Os meses de setembro e outubro de 2020, por exemplo, apresentaram precipitação de 62 mm e 59 mm, com temperaturas de 15,3 °C e 15,8 °C, respectivamente; inferiores aos valores da série para o ano anterior que foram de 136,6 mm e 90,8 mm, com temperaturas de 17,2 °C e 19,8 °C.

Em alguns períodos ocorreram precipitações, porém de forma irregular, como nos meses de novembro e dezembro de 2020 que registraram 207,0 mm e 153,5 mm de precipitação, enquanto que, no ano de 2019, ocorreram 99,0 mm e 70,6 mm, respectivamente. A estiagem se estendeu até 2021, onde no mês de abril a precipitação foi de apenas 13,0 mm na área experimental e 11,6 mm na série da precipitação mensal acumulada, os menores valores registrados na série para este mês.

A queda acentuada na precipitação impactou diretamente na sobrevivência de *M. scabrella*, que apresentou taxas inferiores a 50% nos três tratamentos aplicados. A baixa sobrevivência de *M. scabrella* pode decorrer do fato das mudas não estarem rustificadas suficientemente no momento da expedição para o plantio a campo – o período em viveiro para as mudas de *M. scabrella* de nossa pesquisa foi de 180 dias – porém, a etapa de rustificação não foi realizada completamente diante da proximidade do plantio.

Em um cenário de estiagem como o que estava por vir, a rustificação torna-se um fator determinante. No estudo desenvolvido por Rocha et al. (2011) buscando avaliar o estabelecimento inicial de sete espécies de leguminosas arbóreas em área de pastagem degradada, observou-se aos 150 dias em campo, uma média de sobrevivência de 78,8% entre as espécies avaliadas, sendo que, o menor valor obtido foi de 20% considerando que o período em viveiro foi de 220 dias. Possivelmente, com um período maior de rustificação os valores da *M. scabrella* seriam melhores.

A maior taxa de sobrevivência foi da *A. angustifolia* (95,8%) no consórcio com gramíneas. Em plantios puros dessa espécie cerca de 80% das mudas encontravam-se vivas aos 180 dias (MARAN et al., 2016) – muito próximo ao constatado por nós no tratamento plantio convencional (79,1%) – no entanto, entre o sexto e oitavo mês, os autores evidenciaram um incremento significativo no número de mudas mortas (44%), sendo que, a partir daí, a sobrevivência manteve-se estável até os 420 dias, onde apresentou a taxa de 41%, possivelmente devido a fatores de origem edáfica e climática e não pelo ataque da fauna ou outros agentes.

No presente estudo, foram observados danos causados pela ação da fauna silvestre, em especial pela espécie *Lepus europaeus* (lebre europeia), em mudas de *A. angustifolia*. Constatou-se com frequência a presença “*in loco*” de indivíduos da espécie na área de nosso experimento.

Ainda em relação à *A. angustifolia*, Carvalho (1981) determinou uma taxa de sobrevivência de 63% ao quarto ano após o plantio em uma área de FOM. No presente estudo, a menor taxa de sobrevivência ocorreu no consórcio com leguminosas (62,5%) e pode ter relação ao hábito “trepador” da espécie leguminosa implantada – ervilhaca – que encontra facilidade para se sobrepor às mudas de araucária, uma vez que a própria arquitetura da muda da espécie arbórea – folhas aciculadas e coriáceas (EMBRAPA, 2021) – favorece a fixação da forrageira. Segundo Reitz e Klein (1966), a *A. angustifolia* é considerada uma espécie pioneira e heliófila; já para Imaguire (1979), trata-se de uma espécie secundária longeva, mas de temperamento pioneiro. O sombreamento excessivo na fase inicial de estabelecimento das mudas – percebido no campo pela condição imposta pela ervilhaca – pode ter retardado o crescimento inicial da *A. angustifolia* e, como visto neste tratamento, a sobrevivência da espécie.

Para *C. leptophylla* e *V. megapotamica* a sobrevivência no plantio convencional e no consórcio com leguminosas apresentou o mesmo comportamento, sendo superior ao consórcio com gramíneas. A redução da sobrevivência no

consórcio com gramíneas para estas espécies, em especial para o *V. megapotamica* (58,3%), pode estar relacionada a dois fatores: a falta de chuva e o crescimento vigoroso da aveia-preta. No campo, muitas mudas de *V. megapotamica* secaram e morreram em decorrência da estiagem. Porém, no consórcio com gramíneas, devido ao crescimento rápido da aveia e sua agressividade pela busca de nutrientes e, principalmente, por água, a sobrevivência foi reduzida.

No momento da implantação do consórcio, não se considerava que a aveia poderia ocasionar competição, mas sim, agir como planta de cobertura. Porém, apesar da sobrevivência de *C. leptophylla* ter sido menor (83,3%) neste tratamento, ainda é um valor positivamente expressivo. Isso pode estar relacionado às mudas de grande porte (diâmetro do colo de 2 cm e altura de 80 cm em média) dessa espécie empregadas no plantio, indicando que mudas maiores podem apresentar maior resistência a matocompetição. Sob condição ambiental menos favorável, com matocompetição, devem-se priorizar mudas de maior dimensão (> 30 cm) (RITCHIE et al., 2010). Pelo maior porte, os efeitos da competição com a gramínea foram menores. Prova disso foi o aspecto das mudas de *C. leptophylla* na área experimental – excelente estado fitossanitário com a presença de folhas em todos os verticilos e, principalmente, com crescimento expressivo em diâmetro.

Outra espécie que apresentou taxa de sobrevivência satisfatória e indivíduos com excelente aspecto qualitativo foi o *L. divaricata*. Em um plantio de espécies nativas para restauração de áreas em unidade de conservação no Sul do Brasil, Marcuzzo et al., (2014) constatou que a *L. divaricata* apresentou menor mortalidade (11,5%) entre 13 espécies analisadas após dois anos de implantação do experimento. As mudas de *L. divaricata* destacavam-se pela alta rebrota, tanto após a ocorrência de geada quanto logo em seguida a ocorrência de precipitação.

Já para o *S. diploconos* a sobrevivência foi maior no plantio convencional. Deve-se recordar que neste tratamento, por não haver adubação verde nas entrelinhas, conseqüentemente, não haviam restos culturais das espécies de adubação verde para serem distribuídos junto às mudas após cada campanha de coroamento e roçada, o que era feito no consórcio com gramíneas e no consórcio com leguminosas. Assim, no plantio convencional, eram distribuídas acículas de pinus como cobertura morta após cada campanha de manutenção. As acículas persistem por mais tempo em decomposição em comparação aos restos culturais das espécies de adubação verde, mantendo uma boa condição de umidade do solo junto a planta.

Com isso, há a possibilidade de que os indivíduos de *S. diploconos* tenham sido beneficiados pela distribuição das acículas, que conservou a umidade do solo ao redor do colo da muda por um período de tempo maior. De fato, o que se pode inferir é que o recobrimento do solo nessa pequena área – do caule até a projeção da copa da planta – contribuiu para a sobrevivência dessa espécie em um plantio a pleno sol, como foi o caso desse experimento.

No entanto, *S. diploconos* prefere ambientes mais sombreados para um bom crescimento e desenvolvimento (HOFFMANN, 2014). O autor analisou a sobrevivência e o crescimento de mudas de *S. diploconos* e atestou que aquelas plantadas à sombra tiveram índices de sobrevivência e crescimento superiores, quando comparadas às mudas plantadas a pleno sol. Logo, as mudas de *S. diploconos* de nossa pesquisa apresentavam desfolha e morte da porção superior da copa durante boa parte do período de estiagem, porém, ao revolver o solo coberto com acículas junto às plantas, era comum encontrar brotações vigorosas, que, mesmo lignificadas parcialmente, desenvolviam folhas grandes e a muda permanecia viva.

O *I. sessilis* apresentou a maior taxa de sobrevivência no consórcio com gramíneas e a menor no consórcio com leguminosas. Por se tratar de uma espécie heliófila (CARVALHO, 2003), a baixa sobrevivência (54,1%) pode ser conferida ao sombreamento causado pelo desenvolvimento da ervilhaca no consórcio com leguminosas – uma vez que as mudas de *I. sessilis* eram de pequeno porte – e, com isso, a forrageira ocasionou sombreamento excessivo.

C. decandra apresentou uma taxa sobrevivência de 66,6 % nos três tratamentos avaliados. Constatou-se uma elevada perda de folhas dessa espécie, evidenciando um mecanismo oferecido diante das altas temperaturas e falta de umidade. A perda das folhas propicia maior economia de água devido à diminuição da transpiração da planta, o que representa uma estratégia de sobrevivência muito importante em ambientes com limitação hídrica (ROCHA, et al., 2011). Após a perda das folhas, novas brotações eram observadas, porém, mesmo assim, em decorrência da forte estiagem, muitas mudas da *C. decandra* secaram e morreram.

2.4.2 Análise do crescimento

O crescimento médio em altura de *M. scabrella* no consórcio com leguminosas foi de 325,08 cm. Em um sistema agroflorestal implantado em Curitiba – SC,

mudas de *M. scabrella* inoculadas com isolados de *Pseudomonas* – bactérias que têm a capacidade de melhorar não apenas o crescimento das plantas, mas também seus níveis de defesa (SANTOS, 2019) – apresentaram crescimento médio em altura de 154 cm aos 10 meses de plantio (RONSANI et al., 2021). Fazendo uma prospecção com o período de avaliação de nosso experimento (17 meses), obtém-se o valor de 262 cm, inferior ao crescimento apresentado pela espécie no consórcio com leguminosas e equivalente ao valor obtido no plantio convencional, que foi de 250,70 cm.

O cultivo de *M. scabrella* pode ser estabelecido com o plantio de mudas visando o manejo para lenha e carvão entre os 6 a 8 anos de idade, já, para serraria, o corte é indicado entre os 10 a 15 anos em sítios adequados (ANGELO; SOUZA, 2016). Apesar da curta longevidade, trata-se de uma espécie pioneira fixadora de nitrogênio que produz grande quantidade de biomassa, propiciando o forrageamento do solo, além de apresentar crescimento rápido, podendo atingir de 4 a 22 m de altura com um DAP (diâmetro a altura do peito) de 20 a 30 cm (AVRELLA et al., 2019; MENEGATTI et al., 2017; FERREIRA et al., 2013).

Os diâmetros da *M. scabrella* no consórcio com leguminosas e no plantio convencional apresentaram diferença significativa em relação ao consórcio com gramíneas. O crescimento acelerado e a geração de biomassa inerentes à *M. scabrella* propiciam a formação de estratos e o recobrimento do terreno com rapidez. Conseqüentemente, o sombreamento proporcionado pela espécie reduz o ciclo de desenvolvimento de gramíneas espontâneas, muitas vezes indesejáveis, que dificultam o crescimento da vegetação nativa. Tais características fazem da espécie uma referência para compor plantios de restauração florestal – sobretudo em Áreas de Proteção Ambiental (APAs) – aonde a aplicação de agroquímicos é restrita. Assim, uma vez estando presente, a *M. scabrella* favorece a regeneração natural de espécies de interesse, reduz a necessidade de manutenções como roçadas e coroamentos e cria condições favoráveis ao processo de sucessão ecológica no ambiente.

Da mesma forma que *M. scabrella*, *V. megapotamica* também apresentou maior crescimento no consórcio com leguminosas, obtendo os valores médios de 106,00 cm para altura e 20,41 mm para o diâmetro, seguido do plantio convencional, onde a altura foi de 89,21 cm e o diâmetro de 19,41 mm. *V. megapotamica* é uma espécie encontrada em formações secundárias (capoeiras e capoeirões), clareiras e bordas de mata, e, até mesmo, colonizando áreas abertas com distribuição irregular

em diversos tipos de solo e climas (CARVALHO, 2006). Por apresentar tal plasticidade, a espécie teve seu crescimento intensificado quando beneficiada com a adubação verde ofertada no consórcio com leguminosas.

Já *L. divaricata* é uma espécie secundária inicial a secundária tardia, heliófila, apresentando porte arbóreo podendo atingir até 30 m de altura nas árvores maiores na fase adulta; comum na vegetação secundária, principalmente em capoeiras, é indicada para plantios mistos associados com espécies pioneiras compondo sistemas silvipastoris como árvore de sombra para os animais (CARVALHO, 2003). No consórcio com leguminosas a espécie atingiu um crescimento médio de 159,00 cm de altura, apresentando diferença significativa em relação aos demais tratamentos, porém, não apresentou diferença em relação ao diâmetro.

As espécies *S. diploconos* e *C. leptophylla* também obtiveram os maiores crescimentos para altura no consórcio com leguminosas em relação ao plantio convencional e ao consórcio com gramíneas. *S. diploconos*, possui porte de arbusto ou arvoreta de até 4 m de altura (SOARES; MENTZ, 2006). No consórcio com leguminosas apresentou médias de crescimento em altura e diâmetro de 128,12 cm e 39,64 mm, respectivamente, destacando-se pela intensa frutificação. *S. diploconos* ocorre geralmente em ambientes semi-sombreados, como bordas de matas e clareiras em meio a floresta (WCMC, 1998; CNCFLORA, 2012). Já *C. leptophylla* apresentou crescimento médio em altura e diâmetro de 95,41 cm e 21,91 mm, respectivamente. A *C. leptophylla* é uma espécie secundária inicial, adaptada à insolação direta, sendo recomendada para plantios mistos destinados à recomposição de áreas degradadas por possuir boa rusticidade, podendo atingir até 20 m de altura (CARVALHO, 2006).

A espécie *I. sessilis* não apresentou diferença de crescimento em relação à altura, porém, em relação ao diâmetro, observou-se que apenas para esta espécie o consórcio com gramíneas mostrou diferença significativa, com o valor de 21,37 mm, equivalente ao plantio convencional (19,59 mm), ambos superiores ao consórcio com leguminosas (19,04 mm), fato que até então não havia sido constatado. *I. sessilis* é uma espécie secundária inicial (DURIGAN; NOGUEIRA, 1990), que tolera sombreamento de intensidade média quando jovem, porém não tolera baixas temperaturas, podendo ser plantado a pleno sol, em plantios puros, em áreas livres de geadas, ou, em plantios mistos, associado com espécies pioneiras e secundárias na arborização de pastagens (CARVALHO, 2003). O fato de ter se adaptado ao

consórcio com gramíneas pode ser inerente a luminosidade. A aveia apresenta colmo cilíndrico, ereto e glabro (FONTANELI et al., 2012), facilitando a entrada da luminosidade até a muda, favorecendo seu crescimento, principalmente em diâmetro.

As espécies *A. angustifolia* e *C. decandra* não apresentaram diferenças no crescimento entre os tratamentos. Logo, é necessário acompanhar estas espécies por um período de tempo maior para que seja possível constatar distinções nos tratamentos implantados.

2.4.3 Avaliação dos tratamentos

Como visto, o consórcio com leguminosas proporcionou diferença no crescimento para cinco espécies: sendo, na altura e no diâmetro para *S. diploconos* e *C. leptophylla*; somente no diâmetro para o *L. divaricata* e na altura e no diâmetro se igualando ao plantio convencional para *M. scabrella* e *V. megapotamica*.

Durante o consórcio com as espécies de adubação verde do ciclo de inverno – maio a outubro – de acordo com a série histórica (QUADROS 1 e 2), as médias da precipitação acumulada e da temperatura no período foram de 146 mm e 16,7 °C, respectivamente. Porém, na área experimental (FIGURA 5), a média da precipitação acumulada durante estes 6 meses foi de 84 mm somente, com uma média de temperatura também inferior a série histórica, correspondendo 15,2 °C.

Os dados da análise química do solo (QUADRO 3) mostram que o pH no consórcio com leguminosas apresentou uma média de 5,31 (0 – 10 cm) e 5,36 (10 – 20 cm), considerado neutro a levemente ácido.

A ervilhaca é uma leguminosa herbácea anual de inverno com ciclo de vida entre o outono até o início da primavera, época em que floresce; não tolera solos muito úmidos nem os excessivamente ácidos (SANTOS, et al., 2012), condição existente na área experimental. Essa combinação de fatores favoreceu o crescimento da planta.

Por outro lado, o consórcio com gramíneas propiciou maior crescimento apenas para o diâmetro do *I. sesselis*, não diferindo-se estatisticamente do plantio convencional. O *I. sesselis* juntamente com a *A. angustifolia* foram as espécies com as menores alturas. No campo, observou-se que o *I. sesselis* privilegiava o crescimento em diâmetro em detrimento da altura.

A aveia é uma espécie rústica, pouco exigente em fertilidade do solo, preferindo solos argilosos mas com boa drenagem e pH de 5,0 a 7,0; a espécie tem

sido a principal forrageira de inverno nos estados do sul do Brasil – por ser mais precoce que a maioria dos cereais nesse período – prestando-se para a consorciação com outras gramíneas e leguminosas visando o forrageamento até o fim da primavera e início do verão (FONTANELLI et al., 2012; DERPSCH; CALEGARI, 1992). O pH do solo no consórcio com gramíneas apresentou uma média de 5,37 (0 – 10 cm) e 5,20 (10 – 20 cm), inserida na faixa ideal de crescimento para a aveia.

A aveia proporciona uma alta cobertura do solo, excelente distribuição e persistência no terreno (ALMEIDA, 1988). Pelo crescimento acelerado da aveia – mais expressivo logo após a implantação do experimento em relação a ervilhaca – é possível que as mudas de *I. sessilis* presentes no consórcio com gramíneas tenham sido beneficiadas com a proteção oferecida pela gramínea diante das baixas temperaturas bem como pela facilidade da chegada de luminosidade.

Entretanto, no consórcio com gramíneas, com exceção da *A. angustifolia* e da *C. decandra*, que não apresentaram diferenças de crescimento nos tratamentos testados, bem como, *C. leptophylla* que apresentou valores maiores no consórcio com gramíneas, porém não significativos em relação ao plantio convencional; as demais espécies obtiveram os menores valores de altura e diâmetro, inclusive inferiores ao plantio convencional.

Apesar da aveia ser uma gramínea de alta rusticidade e rápido crescimento, também, devido a essas características, torna-se uma espécie oportunista. Dessa forma, pode reduzir o crescimento das mudas das espécies florestais nativas de interesse quando em consórcio, pela competição por nutrientes e água, além de poder causar abafamento se não for manejada adequadamente.

O corte da aveia pode ser realizado entre seis a oito semanas após a emergência, onde a gramínea estará com 25 a 30 cm de altura aproximadamente, devendo-se obter de 0,6 a 1,0 Kg de forragem verde m⁻², ou seja, cerca de 700 a 1.500 Kg ha⁻¹ de massa seca acumulada (FONTANELLI et al., 2012). Em nosso experimento, a emergência ocorreu cerca de três semanas após a semeadura, ou seja, no início do mês de junho de 2020; e a roçada semimecanizada na linha de plantio foi executada no início do mês de setembro de 2020, cerca de um mês após o recomendado. No entanto, a condição em que a área se encontrava não exigia que a operação fosse antecipada, pois as mudas não estavam sendo suprimidas pela gramínea. Porém, esse tempo contribuiu para que a aveia se apropriasse dos

nutrientes disponíveis no solo para seu crescimento, prejudicando as mudas nativas que levam mais tempo para executar esse processo.

Com exceção de *C. leptophylla* que apresentou valores maiores no consórcio com gramíneas, porém não significativos em relação ao plantio convencional, bem como do diâmetro do *I. sessilis* que foi maior no consórcio com gramíneas mas não diferiu estatisticamente do plantio convencional, e das espécies *A. angustifolia* e *C. decandra* que não apresentaram diferenças no crescimento, as mudas do plantio convencional apresentaram um crescimento superior em relação ao consórcio com gramíneas, e inferior, porém satisfatório, quando comparadas ao consórcio com leguminosas.

Isso foi constatado a partir das condições não favoráveis ao crescimento das mudas impostas pela aveia, e pela cobertura morta (acículas) distribuídas junto às mudas no plantio convencional, que proporcionou a manutenção da umidade – apesar de escassa no período de condução do experimento – e a proteção da matocompetição. Como já mencionado, a partir do desenvolvimento das espécies de adubação verde, as acículas de pinus eram colocadas apenas junto às mudas do plantio convencional. Nos demais tratamentos, eram depositados os restos culturais da aveia e da ervilhaca.

As forrageiras do ciclo de verão – *Pennisetum glaucum* (L.) R.Br. (milheto) e *Cajanus cajan* (L.) Huth. (feijão-guandú) – não germinaram devido a ocorrência de uma planta infestante no local, e, portanto, não foram mencionadas no decorrer do trabalho.

2.5 CONCLUSÕES

O consórcio com leguminosas favoreceu o crescimento das espécies se mostrando superior aos demais tratamentos avaliados. O crescimento das mudas no consórcio com gramíneas foi inferior ao plantio convencional, demonstrando o alto potencial de competição conferido pela gramínea.

REFERÊNCIAS

- ABRANCHES, M. O.; SILVA, G. A. M.; SANTOS, L. C.; PEREIRA, L. F.; FREITAS, G. B. Contribuição da adubação verde nas características químicas, físicas e biológicas do solo e sua influência na nutrição de hortaliças. **Research, Society and Development**, São Paulo, v. 10, n. 7, p. 1-17, 2021.
- ALMEIDA, D. S. Recuperação ecológica de paisagens fragmentadas. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.12, n.32, p. 99-104, 1998.
- ALMEIDA, F. S. **A alelopatia e as plantas**. (Circular Técnica, n. 53, p. 60). Londrina: IAPAR, 1988.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, nº 6, p. 711–728, 2013.
- ANGELO, A. C.; SOUZA, K. K. F. **Restauração Florestal**. Curitiba: SENAR. 2020. 192p.
- ASSIS, G. B.; SUGANUMA, M. S.; MELO, A. C. G.; DURIGAN, G. USO DE ESPÉCIES NATIVAS E EXÓTICAS NA RESTAURAÇÃO DE MATAS CILIARES NO ESTADO DE SÃO PAULO (1957 – 2008). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 599-609, 2013.
- AVRELLA, E. D.; EMER, A. A.; PAIM, L. P.; FIOR, C. S.; SCHAFER, G. Efeito da salinidade do desenvolvimento inicial de mudas de *Mimosa scabrella* Benth. **Iheringia Série Botânica**, Porto Alegre, v. 74, 2019.
- BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Restauração Florestal**. São Paulo: Oficina de Textos. 2015. 431p.
- BRASIL. Decreto-lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 maio 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 01 mai. 2022.
- CALLEGARO, R. M.; ANDRZEJEWSKI, C.; LONGHI, S. J.; ARAUJO, M. M.; SERRA, G. M. Potencial de três plantações florestais homogêneas como facilitadoras da regeneração natural de espécies arbutivo-arbóreas. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 99, p. 331-341, set. 2013.
- CARVALHO, P. E. Competição entre espécies florestais nativas em Irati-PR, cinco anos após o plantio. **Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 2, p. 41-56, 1981.
- CARVALHO, P. E. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. 1 v. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1039 p.
- _____. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. 2 v. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 629 p.

CNCFlora. *Solanum diploconos* in **Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2**. Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Solanum diploconos](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Solanum%20diploconos)>. Acesso em 3 maio 2022.

CORBIN, J. D.; HOLL, K. D. Applied nucleation as a forest restoration strategy. **Forest Ecology and Management**. Amsterdam, v. 265, p. 37-46, 2012.

DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J. C. B. **Recomposição de matas ciliares**. São Paulo: Instituto Florestal, 1990. 14 p. (IF. Série Registros, 4).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). ***Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze: Características gerais, Ecologia, Curiosidades e usos do pinhão**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1137249/araucaria-angustifolia-bertol-kuntze-caracteristicas-gerais-ecologia-curiosidades-e-usos-do-pinhao>>. Acesso em: 17 jul. 2022.

FERREIRA, E.; CAVALCANTI, P.; NOGUEIRA, D. ExpDes: An R Package for ANOVA and Experimental Designs. **Applied Mathematics**, New York, v. 5, p. 2952-2958, 2014.

FERREIRA, P. I.; GOMES, J. P.; BATISTA, F.; BERNARDI, A. P.; COSTA, N. C. F.; BORTOLUZZI, R. L. C.; MANTOVANI, A. Espécies potenciais para recuperação de áreas de preservação permanente no Planalto Catarinense. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, 2013.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; OLIVEIRA, T.; LEHMEN, R. I.; DREON, G. In: FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. (Org.) **FORAGEIRAS PARA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NA REGIÃO SUL-BRASILEIRA**. 2. ed. Brasília: Embrapa Trigo, 2012, p. 127-158.

FONSECA, D. A.; BACKES, A. R.; ROSENFELD, M. F.; OVERBECK, G. E.; MÜLLER, S. C. Avaliação da regeneração natural em área de restauração ecológica e mata ciliar de referência. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 2, 2017.

GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, E. F. **Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável**. Goytacazes: Embrapa informação tecnológica. 2006. 365 p.

GOOGLE EARTH. **Imagem de satélite**. Fazenda Experimental Canguiri – Arboreto 3 – Pinhais/PR, 2019.

GRIMM, A. M.; ALMEIDA, A. S.; BENETI, C. A. A.; LEITE, E. A. The combined effect of climate oscillations in producing extremes: the 2020 drought in southern Brazil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 25, p. 1-12, 2020.

G1PARANÁ. **Imagem de satélite mostra como era e como ficou a Represa do Iraí com a estiagem no Paraná 2020**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pr/parana/noticia/2020/07/06/imagem-de-satelite-mostra->

como-era-e-como-ficou-a-represa-do-irai-apos-a-estiagem-no-parana.ghtml>. Acesso: 01 mai 2022.

HOFFMANN, Pablo Melo. **Morfologia, ecofisiologia da germinação e desenvolvimento de *Solanum diploconos* (Mart.) Bohs (SOLANACEAE)**. 2014. 185 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Florestal, Dpto de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: <http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf_ms/2014/d682_0885-M.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2022.

IMAGUIRE, N. Condições ambientais para a *Araucaria angustifolia* Bert. O. Ktze. **Dusenía**, Curitiba, v. 11, n. 3, p. 121-127, 1979.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA (IAT). **Dados e Informações Geoespaciais Temáticos: vegetação**. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/mapa_fitogeografico_a3.pdf> Acesso em: 25 out. 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento: Dados históricos anuais**. 2022. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>>. Acesso em: 01 mai. 2022.

KANIESK, M. R.; GALVÃO, F.; SANTOS, T. L.; MILANI, J. E. F.; BOTOSSO, P. C. Parâmetros Climáticos e Incremento Diamétrico de Espécies Florestais em Floresta Aluvial no Sul do Brasil. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 24, n.1, p. 1–11, 2017.

KANIESKI, M. R.; LONGHI-SANTOS, T.; MILANI, J. E. F.; MIRANDA, B. P.; GALVÃO, F.; BOTOSSO, P. C.; RODERJAN, C. V. Crescimento diamétrico de *Blepharocalyx salicifolius* em remanescente de floresta ombrófila mista aluvial, Paraná. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, p. 197–206, 2017.

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. **Restauração Florestal e a Bacia do Rio Guandu**. 1. ed. Seropédica: Editora Rural, 2015. p. 120-156.

MARAN, J. C.; ROSOT, M. A. D.; RADOMSKI, M. I.; KELLERMANN, B. Análise de sobrevivência e germinação em plantios de *Araucaria angustifolia* derivado de mudas e sementes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 4, p. 1349-1360, 2016.

MARTINS, E. M.; SILVA, E. R.; CAMPELLO, E. F. C.; LIMA, S. S.; NOBRE, C. P.; CORREIA, M. E. F.; RESENDE, A. S. O uso de sistemas agroflorestais diversificados na restauração florestal na Mata Atlântica. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 632-648, 2019.

MENEGATTI, R.; MANTOVANI, A.; NAVROSKI, M. C.; GUOLLO, K.; VARGAS, O. F.; SOUZA, A. G. Germinação de sementes de *Mimosa scabrella* Benth. Submetidas a diferentes condições de temperatura, armazenamento e tratamentos pré-germinativos. **Revista de Ciências Agrárias**, Pernambuco, v. 40, p. 305-310, 2017.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, 2020. Programa de Computador.

PARANÁ. Decreto nº 1753, de 06 de maio de 1996. Instituída a Área de Proteção Ambiental na área de manancial da bacia hidrográfica do rio Irai, denominada APA Estadual do Iraí. **Legislação do Estado do Paraná**, Paraná, 07 maio, 1996.

Disponível em:

<<https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=25265&indice=1&totalRegistros=8&dt=27.0.2021.11.19.24.944>>. Acesso em: 18 abr. 2022.

REITZ, R.; KLEIN, R. M. **Araucariaceae**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1966. 29 p.

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. dos. (Org.). **Controle de plantas daninhas em restauração florestal**. Brasília: Embrapa Agrobiologia, 2017. p. 13-26.

RITCHIE, G. A.; LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K.; HAASE, D. L. Assessing plant quality. In: **The container tree nursery manual**, v. 7, Seedling Processing, Storage, and Outplanting. Washington, DC: Agric. Handbk. p. 19 - 81. 2010.

RIBEIRO, L.; KOPROSKI, L. P.; STOLLE, L.; LINGNAU, C.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Zoneamento de riscos de incêndios florestais para a fazenda experimental do Canguiri, Pinhais (PR). **Floresta**, Curitiba, PR, v. 38, n. 3, 2008.

ROCHA, F. S.; SILVA, E. M. R.; JÚNIOR, O. J. S.; LIMA, W. L.; TAVARES, S. R. L. Estabelecimento inicial de leguminosas arbóreas em área íngreme com pastagem degradada na região Costa Verde – RJ. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro. 2011.

RONSANI, T. F.; OLIVEIRA, A. K.; ALVIM, T.; ALVES, C.; SIMISKI, A.; FLORES, A. V.; BOTELHO, G. R. Avaliação do crescimento inicial de mudas de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) biotizadas com *Pseudomonas* fluorescente em Sistema Agroflorestal. **Anais.. 1º Mostra Científica e Tecnológica da USFC Curitibanos**, Curitibanos, Brasil, 17-18 março 2021, UFSC.

SANTOS, F. Efeito da inoculação de plantas de trigo com a rizobactéria *Azospirillum brasilense* sobre o vírus do nanismo amarelo da cevada (BYDV) e seu vetor *Rhopalosiphum padi* (L.) (Hemiptera: Aphididae). 2019. **Tese** (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Leguminosas Forrageiras Anuais de Inverno. In: FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. (Org.) **Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira**. 2. ed. Brasília: Embrapa Trigo, 2012, p. 305-317.

SISTEMA NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. **Coleção SENAR 199: Sistemas Agroflorestais (SAF's) – conceitos e práticas para implantação no bioma amazônico**. Brasília: SENAR. 2017.139p.

SILVA, R. J.; Recuperação de áreas degradadas por meio de sistemas agroflorestais: limites e possibilidades. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, Rio Branco, v. 2, n. 2, p. 165-169, 2015.

SOARES, E. L. C.; MENTZ, L. A. As espécies de *Solanum* subgênero *Bassovia* seção *Pachyphylla* (= *Cyphomandra* Mart. ex Sendtn. - Solanaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. Instituto Anchieta de Pesquisas, São Leopoldo, n. 57, p. 231-254, 2006.

SOUZA, M. C. S.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Desenvolvimento de espécies arbóreas em sistemas agroflorestais para recuperação de áreas degradadas na floresta ombrófila densa, Paraty, RJ. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 1, 2013.

WORLD CONSERVATION MONITORING CENTRE. ***Cyphomandra diploconos* in IUCN Red List of Threatened Species**. 2022. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 01 mai. 2022.

ZANON, M. L. N.; FINGER, C. A. G. Relação de variáveis meteorológicas com o crescimento das árvores de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em povoamentos implantados. **Ciência Florestal**, Santa Maria.

CAPÍTULO II

3 EFEITO DA ADUBAÇÃO VERDE NO CONTROLE DE *Melampodium perfoliatum* (Cav.) Kunth EM ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL NO SUL DO BRASIL

RESUMO

O controle da matocompetição em Áreas de Proteção Ambiental (APAs) deve ser feito com base nas características da planta infestante e nas restrições impostas pelo plano de manejo da unidade de conservação. O cultivo de gramíneas e leguminosas de adubação verde – que dificultam a germinação da vegetação espontânea – pode ser uma alternativa. Buscando verificar o efeito de espécies forrageiras no controle do *Melampodium perfoliatum* (estrelinha) em uma área de restauração ecológica localizada em uma APA na região metropolitana de Curitiba – PR, foram semeadas, em cultivos solteiros, *Avena strigosa* (aveia-preta) e *Vicia sativa* (ervilhaca) no ciclo de inverno, e, *Pennisetum glaucum* (milheto) e *Cajanus cajan* (feijão-guandú) no ciclo de verão. A semeadura foi executada manualmente nas entrelinhas de um plantio de mudas espécies florestais nativas. Foram determinadas a massa seca e a altura das espécies forrageiras e do *M. perfoliatum* a fim de avaliar o desenvolvimento da planta infestante após a aplicação dos tratamentos. Não houve diferença entre a aveia-preta e a ervilhaca em relação a massa seca, no entanto, a aveia-preta apresentou uma média maior (125,40 g ou 0,725 Kg ha⁻¹) que a ervilhaca (103,76 g ou 0,601 Kg ha⁻¹). Já a altura apresentou diferença significava entre as espécies (65,55 cm para aveia-preta e 50,75 cm para a ervilhaca). A massa seca e a altura do *M. perfoliatum* foram maiores nas parcelas de ervilhaca (média de 153,95 cm e 222,71 g ou 1,29 Kg ha⁻¹), respectivamente, em relação às parcelas de aveia-preta (78,25 cm e 62,55 g ou 0,36 Kg ha⁻¹). Logo, a expressão do *M. perfoliatum* foi superior nas parcelas de ervilhaca em relação a aveia-preta. A aveia preta proporcionou o melhor controle do *M. perfoliatum*. A germinação das espécies forrageiras do ciclo de verão foi inviabilizada devido ao crescimento agressivo do *M. perfoliatum* que tem seu ciclo de vida neste período. Em APAs, a semeadura de aveia-preta pode ser indicada como alternativa para o controle do *M. perfoliatum* podendo ser empregada em conformidade com o plano de manejo.

Palavras-chave: restauração florestal; espécie invasora; plantas companheiras.

ABSTRACT

The control of weed competition in Environmental Protection Areas (APAs) must be based on the characteristics of the weed plant and on the restrictions imposed by the management plan of the conservation unit. The cultivation of green manure grasses and legumes – which make it difficult for spontaneous vegetation to germinate – may be an alternative. Seeking to verify the effect of forage species on the control of the *Melampodium perfoliatum* (little star) in an ecological restoration area located in an APA in the metropolitan region of Curitiba - PR, were sown in single crops *Avena strigosa* (black oat) and *Vicia sativa* (vetch) in the winter cycle, and, *Pennisetum glaucum* (millet) and *Cajanus cajan* (pigeon bean) in the summer cycle. Sowing was performed manually between the lines of a seedling plantation of native forest species. The dry mass and height of forage species and the *M. perfoliatum* were determined in order to evaluate the development of the weed after the application of the treatments. There was no difference between black oat and vetch in relation to dry mass, however, black oat presented a higher mean (125.40 g or 0.725 kg ha⁻¹) than vetch (103.76 g or 0.601 kg ha⁻¹). The height showed a significant difference between the species (65.55 cm for black oat and 50.75 cm for vetch). The dry mass and height of the *M. perfoliatum* were higher in vetch plots (mean of 153.95 cm and 222.71 g or 1.29 kg ha⁻¹), respectively, in relation to black oat plots (78.25 cm and 62.55 g or 0.36 kg ha⁻¹). Therefore, the expression of *M. perfoliatum* was higher in vetch plots than in black oat. Thus, black oat provided the best control of *M. perfoliatum*. The germination of the forage species the summer cycle was made unfeasible due to the aggressive growth of *M. perfoliatum* which has its life cycle in this period. In APAs, the sowing of black oat can be indicated as an alternative for the control of *M. perfoliatum*, being used according to the management plan.

Key words: forest restoration; invasive species; companion plants.

3.1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui um dos ecossistemas mais ricos em biodiversidade do Planeta – a Mata Atlântica – enquadrada entre os *hotspots* mundiais de priorização para conservação (MUYLEAERT et al., 2018; ESSER et al., 2019). O processo de degradação das áreas florestais brasileiras, em específico do bioma Mata Atlântica, ocorre desde o período colonial, principalmente em razão do empreendedorismo agropecuário e da comercialização nacional e internacional de madeira (GALLI; BALDIN, 2016). A supressão da vegetação foi motivada por estas atividades antrópicas durante os variados ciclos econômicos do país, resultando na alteração das paisagens e na fragmentação das florestas, que interferiu também nos serviços ecossistêmicos fornecidos por esses ambientes – a proteção de espécies da fauna e da flora, o controle de pragas, a preservação dos mananciais – entre outros (OLIVEIRA; MATTOS, 2014; VIEIRA; GARDNER, 2012).

A restauração florestal ou restauração ecológica busca o restabelecimento de florestas biologicamente viáveis e autosustentáveis, tarefa que necessita cada vez mais de avanços técnico-científicos para que atinja sua efetividade prática (BRANCALION et al., 2010; FREITAS et al., 2016). Uma vez restauradas, essas áreas passam a oferecerem serviços ecossistêmicos importantes devido à retomada dos processos ecológicos e evolutivos (MIRANDA et al., 2011; CAMPOS et al., 2012). Neste aspecto, as estratégias de restauração florestal podem apresentar diferentes propósitos, como a reabilitação de funcionalidades ambientais específicas, tais como, a melhoria das características do solo ou o resgate do componente arbóreo, o resgate da biodiversidade, ou ainda a adequação ambiental de propriedades rurais e empreendimentos econômicos causadores de impactos; logo, não se trata de uma tarefa fácil e a definição da metodologia a ser utilizada é um ponto chave para o êxito do processo de recuperação (ANGELO; SOUZA, 2020).

Já, as Áreas de Proteção Ambiental (APAs) apresentam regras específicas para as atividades executadas em seus territórios de abrangência (IBRAM, 2020). Tais locais são criados com o objetivo preservar a diversidade biológica e disciplinar o processo de ocupação do solo, assegurando a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (ICMBIO, 2011).

A adubação verde consiste no cultivo de plantas com características específicas como o acúmulo de nutrientes em seus tecidos, a produção de grande

quantidade de biomassa e a eficiência na cobertura do solo (ABRANCHES et al., 2021). Apesar da existência de diversas pesquisas em torno do desenvolvimento e acúmulo nutricional relacionados às espécies forrageiras, como assim também são denominadas, o efeito dessas espécies quando empregadas visando o controle da vegetação competidora deve ser melhor aprofundado.

O *Melampodium perfoliatum* (Cav.) Kunth (estrelinha), é uma espécie herbácea, anual, que se propaga por meio de sementes, sendo observada com maior frequência nas regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, onde estabelece populações expressivas que avançam sobre sistemas produtivos, causando danos econômicos (MOREIRA; BRAGANÇA, 2010). Originária do México e América Central, apresenta melhor adaptação em climas tropicais, podendo atingir até 2 m de altura, germinando na primavera e produzindo frutos e sementes por longos períodos; fato que a torna extremamente agressiva e forte competidora com culturas anuais, dificultando a colheita (EMBRAPA, 2022). Tem-se observado a presença do *M. perfoliatum* na Área de Proteção Ambiental Estadual do Iraí na região metropolitana de Curitiba – PR, Brasil, em lavouras de cultivos agrícolas anuais, como plantios de milho – que coincidem seu ciclo de desenvolvimento com o da planta infestante – e, em áreas de restauração florestal com plantios de mudas de espécies florestais nativas arbustivas e arbóreas.

As gramíneas forrageiras *Avena strigosa* Schieb (aveia-preta) de ciclo de inverno e *Pennisetum glaucum* (L.) R.Br. (milheto) de ciclo de verão; e as leguminosas forrageiras *Vicia sativa* L. (ervilhaca) de ciclo de inverno e *Cajanus cajan* (L.) Huth. (feijão-guandú) de ciclo de verão, são tradicionalmente utilizadas em cultivos agrícolas anuais na região sul do Brasil. Estas espécies, de implantação relativamente simples, agregam inúmeras vantagens a sistemas e arranjos produtivos diversos visando o pastoreio, a ensilagem, a fenação, o corte, a adubação verde, e como é o caso da presente pesquisa, o controle da vegetação espontânea.

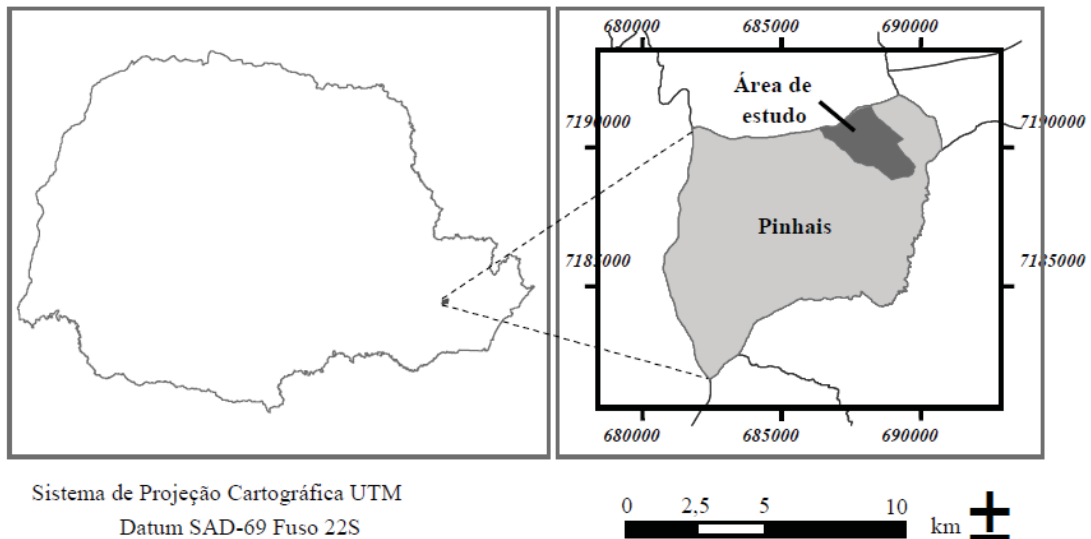
Assim, presume-se que tais espécies forrageiras possam servir como soluções adequadas para o combate à matocompetição em áreas de uso restrito ou sustentável, onde não é possível a execução do controle químico. Com isso, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a utilização de espécies forrageiras de adubação verde no controle da planta infestante *M. perfoliatum* na APA do Iraí, região Sul do Brasil.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Área de estudo

A área de estudo está inserida na Área de Proteção Ambiental Estadual do Iraí (25°25'31.10"S e 49° 6'46.51"O) que possui em seu escopo o Centro de Estações Experimentais Fazenda Canguiri da Universidade Federal do Paraná (25°23'38.31"S e 49° 7'37.56"O, altitude de 900 m.) (FIGURA 1).

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DO CENTRO DE ESTAÇÕES EXPERIMENTAIS FAZENDA CANGUIRI DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, PINHAIS, PR



FONTE: Ribeiro et al. (2007).

Segundo a classificação de Köppen o clima da região é do tipo Cfb, temperado úmido com chuvas uniformemente distribuídas, sem estação seca, sendo que, a temperatura média do mês mais quente não chega a 22 °C (ALVARES et al., 2013). A precipitação é de 1.100 a 2.000 mm, ocorrendo geadas severas e frequentes em um período médio de 10 a 25 dias por ano (CARVALHO, 2003).

A área é plana, com solo do tipo latossolo, estando em uma zona de transição entre a Floresta Ombrófila Mista (FOM) e vegetação de campo natural – estepe gramíneo-lenhosa (IAT, 2009), próximo ao reservatório da barragem do Iraí, equidistante cerca de 10 a 20 m de remanescentes de floresta secundária da FOM.

3.2.2 Implantação do experimento

O experimento foi executado em uma área de restauração florestal implantada em dezembro de 2019. A adubação verde com as espécies forrageiras de ciclo de inverno foi realizada no mês de maio de 2020. Já a adubação verde com as espécies forrageiras de ciclo de verão ocorreu no mês de dezembro de 2020.

Entre as diferentes técnicas de restauração florestal desenvolvidas na área, haviam parcelas com o plantio de mudas de espécies florestais nativas em espaçamento 3 m (entre linhas) x 2 m (entre plantas na linha de plantio). Estas mudas recebiam manutenções periódicas que consistiam no coroamento e roçada semi-mecanizada na linha de plantio visando conter a matocompetição e favorecer o crescimento das espécies arbóreas de interesse. O *M. perfoliatum* estava presente em toda a área experimental, possivelmente devido ao banco de sementes latentes da espécie que emergiu quando foi executada a gradagem para o preparo do solo para o plantio das mudas arbóreas em dezembro de 2019.

Com objetivo de conter o crescimento do *M. perfoliatum* por meio do recobrimento do terreno proporcionado pela adubação verde, empregou-se a técnica de semeadura de espécies forrageiras, gramíneas e leguminosas. O experimento foi implantado em Delineamento de Blocos Casualizados (DBC), com dois tratamentos e quatro repetições, sendo: adubação verde com espécies gramíneas forrageiras (consórcio com gramíneas): *Avena strigosa* Schieb (aveia-preta) de ciclo de inverno e *Pennisetum glaucum* (L.) R.Br. (milheto) de ciclo de verão; e, adubação verde com leguminosas forrageiras (consórcio com leguminosas): *Vicia sativa* L. (ervilhaca) de ciclo de inverno e *Cajanus cajan* (L.) Huth. (feijão-guandú) de ciclo de verão.

A semeadura das espécies forrageiras foi executada nas entrelinhas de plantio das mudas e bordadura das parcelas. A área semeada em cada parcela foi de 432 m² perfazendo uma área 1.728 m² semeada por tratamento.

3.2.3 Análise de solo

A coleta de solo foi realizada no mês de janeiro de 2021 nas entrelinhas das parcelas com adubação verde e, nas entrelinhas de parcelas com o mesmo arranjo de plantio de mudas mas que não receberam adubação verde (plantio convencional), servindo como testemunha. Foram coletadas 10 amostras nas profundidades de 0-10

e 10-20 cm, constituindo uma amostra composta. As análises químicas (QUADRO 1) a seguir, foram realizadas no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo e no Laboratório de Biogeoquímica do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR.

QUADRO 1 – ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO

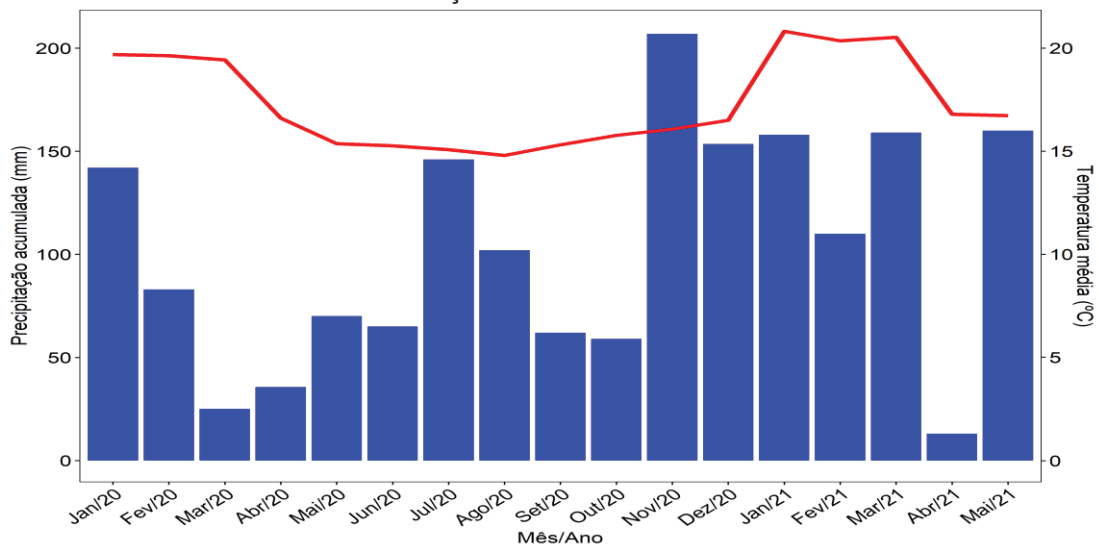
Profundidade (cm)	Tratamento	pH		cmolc/dm ³										%					
		CaCl ₂	SMP	Na	K	Ca	Ca+Mg	Mg	H+Al	Soma de bases (SB)	CTC(efetiva)	Saturação de bases V%	C	N					
0 - 10	p.convencional	5.58	6.11	4.63	8.70	8.48	8.75	13.49	4.75	4.55	21.97	21.97	82.85	3.54	0.22	26.52	35.40	2.33	16.14
10 - 20		5.37	5.91	4.11	8.60	2.48	7.17	10.93	3.76	5.30	13.40	13.40	71.75	3.26	0.18	18.70	32.64	56.28	17.83
0 - 10	c.gramíneas	5.37	5.91	4.33	9.93	7.65	6.83	12.10	5.27	5.40	19.75	19.75	78.47	3.52	0.23	25.15	35.23	2.33	15.50
10 - 20		5.20	5.78	3.42	6.55	2.53	5.97	9.45	3.48	6.00	11.97	11.97	66.14	3.37	0.19	17.97	33.68	58.07	17.81
0 - 10	c.leguminosas	5.31	5.77	6.11	16.15	6.60	7.63	12.36	4.73	6.05	18.96	18.96	75.72	3.93	0.24	25.01	39.28	2.40	16.44
10 - 20		5.27	5.75	5.81	8.75	2.80	6.65	11.15	4.51	6.05	13.95	13.95	69.32	3.59	0.20	20.00	35.93	61.94	17.76

FONTE: O autor (2022). Valores médios dos nutrientes por tratamento.

3.2.4 Dados Meteorológicos

Os dados meteorológicos (FIGURA 2) de precipitação mensal acumulada foram coletados a partir de leituras realizadas em um pluviômetro instalado no centro da área experimental; já a temperatura mensal média referente ao período de condução do experimento foi obtida junto à estação meteorológica do Núcleo de Inovação Tecnológica e Agropecuária (NITA) da UFPR localizada na fazenda Canguiri.

FIGURA 2 – PRECIPITAÇÃO ACUMULADA E TEMPERATURA MENSAL MÉDIA DO PERÍODO DE CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.



FONTE: O autor e adaptado de NITA (2022).

3.2.5 Semeadura das espécies forrageiras de ciclo de inverno

Foi executada de forma manual (a lanço) em maio de 2020. As sementes de *Avena strigosa* (aveia-preta) eram procedentes da Agrosul RENASEM (RS 00432/2005), cultivar EMBRAPA 139, categoria S2, lote 41, safra 2019/2019 com germinação mínima de 80%. Já as sementes de *Vicia sativa* (ervilhaca) eram procedentes da Sulsem RENASEM (SC 00423/2006), cultivar SS AMETISTA, categoria S2, lote 04, safra 2018/2018, com germinação mínima de 70%.

As taxas de semeadura a lanço recomendadas para as espécies são, em média, de 70 Kg ha⁻¹ para a aveia-preta (FONTANELI et al., 2012) e 50 Kg ha⁻¹ para a ervilhaca (PEREIRA, 2008). Em relação a aveia-preta, quando semeada a lanço,

deve-se aplicar de 30 a 50% a mais de sementes (FONTANELI et al., 2012). Este mesmo critério foi adotado para a ervilhaca.

Devido às condições climáticas existentes durante a instalação do experimento – período de grave estiagem na região – além do trabalho constituir a primeira semeadura no local, e por estar o solo seco e desprovido de cobertura vegetal, optou-se por empregar a quantidade total de sementes disponíveis. Assim, utilizou-se 10 Kg ou 232 Kg ha⁻¹ de sementes de aveia-preta e 6,25 Kg ou 145 Kg ha⁻¹ de sementes de ervilhaca por parcela. A opção pelo aumento da taxa de semeadura também foi necessária, devido ao processo manual de semeio não oferecer alta precisão, e as recomendações variarem bastante conforme o tipo de terreno e a cobertura vegetal existente.

Logo após a semeadura, foi executada uma roçada mecanizada com trator e roçadeira visando cobrir as sementes com o rebaixamento do *M. perfoliatum* que havia encerrado o ciclo e havia secado com a falta de chuva e às altas temperaturas.

3.2.6 Semeadura das espécies forrageiras de ciclo de verão

Optou-se por deixar as espécies do ciclo de inverno produzirem sementes visando a rebrota – uma vez que a aveia-preta possui grande capacidade de perfilhamento (FONTANELI et al., 2012) e, a ervilhaca, expressiva capacidade de rebrota (SANTOS et al., 2012) – proporcionando seu estabelecimento na área no próximo ano. Dessa forma, o solo estava coberto pelos cultivos da aveia-preta e da ervilhaca que, apesar de já terem encerrados seus ciclos, ainda apresentavam restos culturais no local. Com isso, foi necessário proceder com roçada mecanizada nas entrelinhas do plantio previamente à semeadura das forrageiras de verão. A semeadura dessas espécies foi executada no mês de dezembro de 2020 de duas formas, a lanço e semi-mecanizada (com plantadeira manual).

Nas parcelas em que havia sido semeado a aveia-preta, foi semeado o *Pennisetum glaucum* (milheto) da Lopes Sementes RENASEM (RS 00535/2005), cultivar BRS 1501, categoria S2, lote 201418, safra 2020/2020, com germinação mínima de 75%. Já, nas parcelas onde havia sido semeada a ervilhaca, foi plantado o *Cajanus cajan* (feijão-guandú) da BRSEEDS RENASEM (SP 02776/2010), cultivar IAPAR 43, lote 01.

As sementes de milho foram semeadas a lanço. Já o feijão-guandú foi plantado com plantadeira/adubadeira Krupp 13AZ-411 (matraca), ajustada para o plantio de 3 sementes por cova, espaçadas de 0,5 a 0,5 m em linhas distanciadas também 0,5 m umas das outras. A fim de agilizar a semeadura do feijão-guandú, aproveitando a condição climática favorável, o trabalho também foi realizado com a abertura de covetas com enxada e deposição manual de 3 sementes em cada coveta. A profundidade de plantio tanto com a plantadeira manual quanto com a abertura das covetas foi em torno de 3 a 5 cm.

A taxa de semeadura a lanço do milho varia em média de 15 a 18 Kg ha⁻¹, já a do feijão-guandú apresenta bastante variação, principalmente conforme o objetivo do forrageamento (formação de pastagens ou adubação verde) e espaçamento de plantio, sendo comumente indicado 20 Kg ha⁻¹ (PEREIRA, 2008). Considerando a oferta das sementes e que, apesar do retorno da umidade a condição de estiagem ainda permanecia na região, e, da mesma forma que para as espécies do ciclo de inverno, também se tratava de um primeiro ciclo destas espécies no local, foi empregada a quantidade total de sementes disponíveis, sendo, 7,5 Kg de milho por parcela ou 174 Kg ha⁻¹ e 2,25 Kg de feijão-guandú por parcela ou 52 Kg ha⁻¹.

A cobertura e incorporação das sementes das espécies forrageiras de verão foi executada de maneira diferente da operação efetuada para as forrageiras de inverno, já que a roçada mecanizada havia sido executada anteriormente à semeadura. Com isso, as sementes foram cobertas manualmente utilizando-se ancinho “rastelo” e enxada. No momento da ação estava sendo executada roçada semi-mecanizada na linha de plantio das mudas das espécies florestais. O material vegetal resultante da roçagem foi alocado para a entrelinha a fim de recobrir as sementes.

3.2.7 Coleta de dados

3.2.7.1 Espécies forrageiras do ciclo de inverno

A avaliação da aveia e da ervilhaca ocorreu em novembro de 2020. Neste período, a aveia encontrava-se em final de ciclo e a ervilhaca em estágio de desenvolvimento pleno. A amostragem foi realizada com a utilização de um quadrado

de 50 x 50 cm (0,25 m²) que era lançado aleatoriamente, cinco vezes, nas entrelinhas das parcelas, totalizando uma amostragem final de 1,25 m² por parcela.

As plantas foram cortadas com foicinha e pesadas com balança portátil eletrônica de campo no momento da coleta para obtenção do peso úmido. Logo após, as amostras foram identificadas e acondicionadas em sacos de papel para posterior secagem em estufa a 65 °C por 72 horas para obtenção da massa seca no Laboratório de Sementes Florestais da UFPR. A altura das plantas foi medida da superfície do solo até a curvatura das folhas no centro de cada subamostra (quadrado).

3.2.7.2 Espécies forrageiras do ciclo de verão

A avaliação do milho e do feijão-guandú foi realizada em março de 2021. Foram executados os mesmos procedimentos de coleta, armazenamento e secagem utilizados para as espécies do ciclo de inverno.

3.2.8 Análise estatística

Os dados obtidos das espécies forrageiras de adubação verde e do *M. perfoliatum* foram submetidos ao teste de normalidade de *Shapiro-Wilk*, e, quando necessário, foram transformados para obtenção da normalidade dos resíduos. Posteriormente, foi realizada a análise de variância (ANOVA) da massa seca e altura. Para a análise estatística foi utilizado o software Rbio versão 166.

3.3 RESULTADOS

Devido ao retorno gradativo da umidade na região, associado às altas temperaturas, o crescimento do *M. perfoliatum* foi expressivo entre os meses de novembro de 2020 a fevereiro de 2021. O ciclo de desenvolvimento da planta infestante – que germina na primavera e produz sementes e frutos por longo período (EMBRAPA, 2014) – coincidiu com os ciclos de desenvolvimento do milho e do feijão-guandú.

Com tamanha emergência e vigor, o *M. perfoliatum* foi extremamente agressivo, ocupando o local com rapidez e causando um sombreamento excessivo nas entrelinhas do plantio das mudas arbóreas, inviabilizando a germinação das espécies forrageiras do ciclo de verão. Diante disso, procedeu-se apenas com a avaliação de amostras do *M. perfoliatum* presente nas entrelinhas das parcelas em que havia sido semeado aveia e ervilhaca (FIGURA 3) com o objetivo de verificar o efeito que as espécies forrageiras aplicadas no ciclo de inverno ocasionaram no desenvolvimento da planta invasora.

FIGURA 3 – DESENVOLVIMENTO DO *Melampodium perfoliatum* (Cav.) Kunth APÓS SEMEADURA DAS FORRAGEIRAS DO CICLO DE INVERNO (AVEIA E ERVILHACA)



FONTE: O autor (2021). (A) *M. perfoliatum* em parcela de aveia; (B) *M. perfoliatum* em parcela de ervilhaca.

3.3.1 Avaliação das espécies forrageiras do ciclo de inverno

3.3.1.1 Análise de variância (ANOVA) da massa seca e da altura

Não houve diferença estatística significativa para a variável massa seca das espécies forrageiras de adubação verde implantadas no ciclo de inverno. Já para a

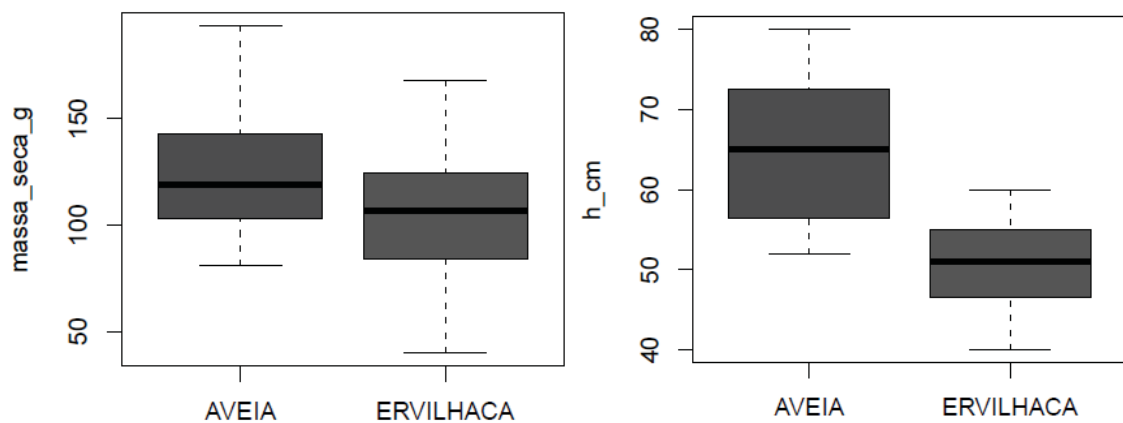
variável altura, verificou-se diferença significativa entre os tratamentos (TABELA 1 e FIGURA 4).

TABELA 1 – ANOVA DA MASSA SECA E ALTURA DAS FORRAGEIRAS DO CICLO DE INVERNO

	MASSA SECA					ALTURA			
	GL	SQ	QM	F	Pr(>F)	SQ	QM	F	Pr(>F)
Bloco	3	1260	420	0,361	0,7815	164,1	54,7	0,833	0,486
Tratamento	1	4684	4684	4,026	0,0533	2190,4	2190,4	33,352	2,08 ⁻⁰⁶ **
Resíduos	32	37226	1163			2101,6	65,7		

FONTE: o autor (2022). ** Significativo a 5% de probabilidade

FIGURA 4 – DISTRIBUIÇÃO DA MASSA SECA (g/m²) E ALTURA (cm) DAS FORRAGEIRAS DO CICLO DE INVERNO



FONTE: O autor (2022).

Para a aveia a média da massa seca foi de 125,40 g/m², apresentando um valor máximo de 193,63 g/m² e um valor mínimo de 80,79 g/m² além de um valor central de 119,15 g/m². Para a ervilhaca a média correspondeu a 103,76 g, apresentando um valor máximo de 168,24 g/m² e um valor mínimo de 39,88 g/m² além de um valor central de 106,65 g/m².

A altura da aveia apresentou uma média de 65,55 cm, com um valor máximo de 80,00 cm e um valor mínimo de 52,00 cm além de um valor central de 65 cm. Para a ervilhaca a média correspondeu a 50,75 cm, apresentando um valor máximo de 60,00 cm e um valor mínimo de 40,00 cm além de um valor central de 51 cm.

3.3.2 Crescimento do *Melampodium perfoliatum* (Cav.) Kunth após a execução da adubação verde

3.3.2.1 Análise de variância (ANOVA) da variável massa seca e da altura

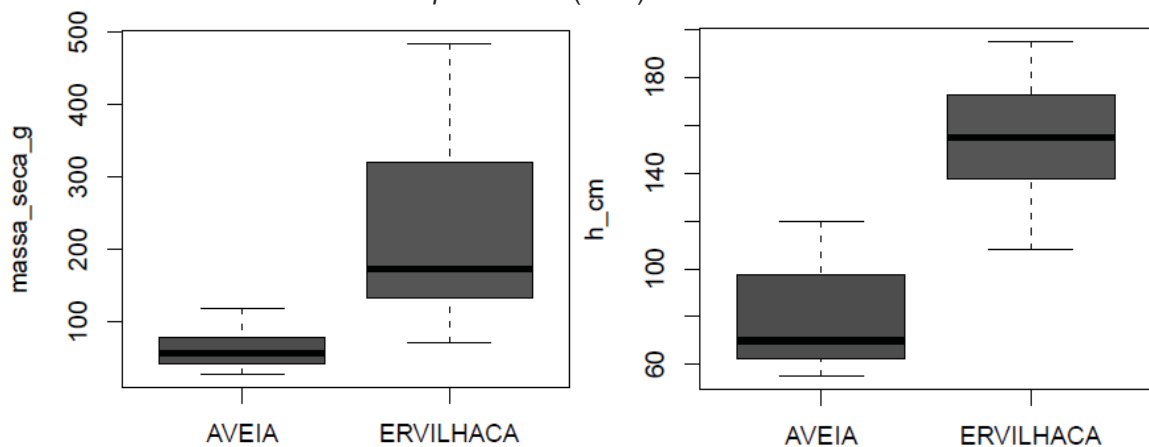
Tanto a massa seca quanto a altura de *M. perfoliatum* apresentaram diferença significativa nos tratamentos de aveia e ervilhaca (TABELA 2 e FIGURA 5), abaixo.

TABELA 2 – ANOVA DA MASSA SECA E ALTURA DO *Melampodium perfoliatum* (Cav.) Kunth

	MASSA SECA					ALTURA			
	GL	SQ	QM	F	Pr(>F)	SQ	QM	F	Pr(>F)
Bloco	3	19935	6645	0,798	0,504	1827	609	1,294	0,293
Tratamento	1	256515	256515	30,796	4,02 ⁻⁰⁶ ***	57305	57305	121,776	1,93 ⁻¹² ***
Resíduos	32	266547	8330			15058	471		

FONTE: O autor (2022). *** Significativo a 5% de probabilidade

FIGURA 5 – DISTRIBUIÇÃO DA MASSA SECA (g/m²) E ALTURA (cm) DO *Melampodium perfoliatum* (Cav.) Kunth.



FONTE: O autor (2022).

A massa seca do *M. perfoliatum* presente nas parcelas de ervilhaca foi significativamente superior, apresentando uma média de 222,71 g/m², com um valor máximo de 483,56 g/m² e um valor mínimo de 71,48 g/m² além de um valor central de 173,02 g/m². Nas parcelas de aveia a média foi de 62,55 g/m², com um valor máximo de 118,48 g/m² e um valor mínimo de 27,19 g/m² além de um valor central de 56,68 g/m².

A altura do *M. perfoliatum* nas parcelas de ervilhaca também foi maior, apresentando uma média 153,95 cm, com um valor máximo de 195,00 cm e um valor

mínimo de 108,00 cm, além de um valor central de 155 cm. Nas parcelas de aveia a média foi de 78,25 cm, com um valor máximo de 117,00 cm e um valor mínimo de 55 cm além de um valor central de 70 cm.

3.4 DISCUSSÃO

3.4.1 Espécies forrageiras do ciclo de inverno

Não houve diferença estatística entre as espécies de aveia e a ervilhaca em relação à massa seca. No entanto, a aveia apresentou uma média maior (125,40 g/m² ou 1.254 Kg ha⁻¹) que a ervilhaca (103,76 g/m² ou 1.037,6 Kg ha⁻¹).

A aveia pode produzir cerca de 700 a 1.500 Kg ha⁻¹ de massa seca acumulada (FONTANELLI et al., 2012), estando os valores obtidos na presente pesquisa dentro desta faixa. A aveia mostrou extrema rusticidade durante o período avaliado, recobrando o solo de maneira uniforme, com formação de uma camada de palha com espessura em torno de 15 cm a 20 cm. Esse desempenho é característico da espécie e ocorre devido à sua elevada capacidade de produção de fitomassa seca com resistência satisfatória à deficiência hídrica (HEINRICHS et al., 2001) – algo extremamente importante frente ao cenário de estiagem severa estabelecido na região durante o período de condução do experimento.

Já a ervilhaca pode produzir até 4.000 Kg ha⁻¹ de massa seca acumulada (SANTOS et al., 2012). A ervilhaca é sensível à deficiência hídrica e ao calor, embora muitas plantas tenham se adaptado a invernos rigorosos e secos (DERPSCH; CALEGARI, 1992). Por essa razão, diante da forte estiagem, a produção de massa seca foi inferior para o padrão da espécie. Em experimento realizado com aveia, ervilhaca e nabo-forrageiro na região sul do Brasil, a ervilhaca sempre apresentou a maior taxa de decomposição, seguida do nabo forrageiro e da aveia-preta, que decompôs menos de 50% de seus resíduos, mesmo transcorridos cinco meses após o manejo (ACOSTA, et al., 2014). Assim, na ervilhaca, quando aplicada como cultura solteira, como ocorreu em nossa pesquisa, os resíduos culturais desaparecem rapidamente, mesmo quando deixados na superfície do solo, dada a facilidade com que são decompostos pela população microbiana, contrariamente àqueles da aveia, que persistem por mais tempo (DA ROS; AITA, 1996). Além disso, quando consorciada com gramíneas como aveia, devido ao hábito de crescimento trepador, a ervilhaca produz maior biomassa do que em cultivo solteiro (TOMM, 1990).

Em regimes conservacionistas sob climas tropical e subtropical, é interessante que se tenha quantias elevadas de resíduos culturais na área em questão, compensando a rápida decomposição provocada pela umidade e pelas temperaturas

elevadas, mantendo a superfície do solo protegida por maior tempo (DERPSCH et al., 2010). Como se pode constatar no campo, os resíduos da aveia perduraram por um tempo maior que os resíduos da ervilhaca, que foi afetada pela estiagem, secando e decompondo-se mais rapidamente.

O uso da aveia para formar palha e proporcionar proteção física ao solo é uma prática comum durante o período de inverno na região Sul do Brasil, devido à cobertura, distribuição e persistência da espécie sobre o terreno serem duradouras (ALMEIDA, 1988). Geralmente a espécie é implementada em sistema de rotação, antecedendo às lavouras de verão, soja e milho, principalmente. Com isso, as áreas recobertas com aveia, além de propiciarem grande quantidade de fitomassa seca, também reduzem a infestação de plantas daninhas (KISSMANN; GROTH, 1997), beneficiando os cultivos posteriores.

Na avaliação em relação a altura houve diferença. A aveia apresentou uma média de 65,55 cm, já na ervilhaca a média foi de 50,75 cm. Na aveia as maiores alturas atingem 80,00 cm enquanto as menores ficam em torno de 52,00 cm; porém na ervilhaca as maiores alturas correspondem a 60,00 cm e as menores a 40,00 cm.

A ervilhaca possui caule fino e flexível e hábito de crescimento trepador, atingindo em média 35 cm de altura (SANTOS et al., 2012; CALEGARI et al., 1993). A aveia caracteriza-se pelo crescimento vigoroso apresentando hábito de crescimento ereto e altura em média de 40 cm (FONTANELI et al., 2012; PEREIRA, 2008). Tal distinção de comportamento justifica as diferenças de altura entre as espécies.

3.4.2 Crescimento do *Melampodium perfoliatum* (Cav.) Kunth após a execução da adubação verde

No tratamento com ervilhaca – espécie com alta capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico (HEINRICHS et al., 2001) – o *M. perfoliatum* obteve maior crescimento, apresentando uma média da massa seca de 222,71 g/m² ou 2.227,1 Kg ha⁻¹, significativamente superior às parcelas do tratamento com aveia, onde a média foi de apenas 62,55 g/m² ou 625,5 Kg ha⁻¹. O valor máximo da massa seca do *M. perfoliatum* na ervilhaca foi de 483,56 g/m² ou 4.835,6 Kg ha⁻¹ e o valor mínimo de 71,48 g/m² ou 0,42 Kg ha⁻¹; já na aveia estes valores foram de 118,48 g/m² ou 1.184,8 Kg ha⁻¹ e 27,19 g/m² ou 271,9 Kg ha⁻¹, respectivamente, ambos inferiores aos valores encontrados nas parcelas de ervilhaca.

Cerca de 46 kg de nitrogênio são acumulados por tonelada de matéria seca de parte aérea da ervilhaca (BORKERT et al., 2003). Para Amado et al. (2002) a contribuição média de nitrogênio da ervilhaca é de 120 kg ha⁻¹, variando de 50 a 200 kg ha⁻¹. Estudos com a ervilhaca evidenciam que, além de propiciar a cobertura do solo, protegendo-o da erosão, a planta fornece nitrogênio à cultura em sucessão, podendo substituir parcial (AITA et al., 1994) ou totalmente (DA ROS; AITA, 1996) a adubação mineral nitrogenada necessária.

O *M. perfoliatum* como planta espontânea em sistema de cultivo sem capina, consorciado com um “mix” de leguminosas – *Canavalia ensiformes* (L.) D.C. (feijão-de-porco); *Canavalia brasiliensis* Mart. Ex. Benth (feijão-bravo do Ceará); *Mucuna aterrima* (L.) D.C. (mucuna-preta); *Dolichos lablab* (L.) Sweet (lab-lab) e *Cajanus cajan* (L.) Huth (feijão-guandú) – apresentou teores de potássio e magnésio mais que duas vezes o das leguminosas implantadas, evidenciando ser uma espécie invasora com potencial para ciclagem desses nutrientes; entretanto, quanto ao nitrogênio, o *M. perfoliatum* apresentou o valor de 1,75 dag kg⁻¹, em relação ao valor de 2,61 dag kg⁻¹ das leguminosas implantadas (FAVERO, et al., 2000).

Na restauração de ecossistemas degradados, a alelopatia pode ser um mecanismo importante, pois determinadas espécies podem reduzir a abundância e o impacto das espécies exóticas invasoras (CUMMINGS et al., 2012). A aveia contribui para o controle de plantas invasoras, não só pela competição por água, nutrientes e luz, mas também pela alelopatia causada pela excreção de substâncias que inibem a germinação de outras espécies, gerando um efeito alelopático que permanece no campo mesmo após completado seu ciclo (PITOL, 1986). Os indivíduos de *M. perfoliatum* do tratamento com aveia aparentavam significativo estresse, com aspecto seco e em menor presença nas entrelinhas das mudas, quando comparados aos indivíduos existentes no tratamento com ervilhaca, possivelmente decorrido desta característica inerente a aveia.

Na implantação de ações de restauração de ambientes terrestres, espécies vegetais invasoras podem dificultar o restabelecimento do ecossistema natural local (FOXGROFT et al., 2010). Os esforços de restauração devem ser direcionados para o controle dessas espécies (MORAES et al., 2010; HOOPER et al., 2002; JONES et al., 2004).

Dessa forma, o papel de espécies que contribuam para o controle de plantas competidoras em áreas de restauração, torna-se uma estratégia promissora no

sucesso do restabelecimento das condições naturais destes locais (CUMMINGS et al., 2012). Uma destas possibilidades é o controle mecânico por meio do uso de cobertura morta, que pode abafar ou sombrear as espécies indesejadas, criando uma barreira física que limita a chegada de luz ao solo retardando assim a germinação de propágulos, o que favorece a conservação da umidade ao redor do indivíduos arbóreos, além de funcionar como adubo orgânico (RESENDE; LELES, 2017).

Da mesma forma que a massa seca, a altura do *M. perfoliatum* também foi maior na ervilhaca, com uma média de 153,95 cm, significativamente superior em relação aveia, que foi de somente 78,25 cm. O valor máximo da altura do *M. perfoliatum* na ervilhaca foi de 195,00 cm e o valor mínimo foi de 108,00 cm; enquanto na aveia, estes valores foram de 117,00 cm e 55 cm, respectivamente, também menores que na ervilhaca.

Entre as espécies de aveia, a aveia-preta é a que apresenta maior rusticidade, suportando longos períodos de estiagem, sendo considerada uma boa controladora de plantas daninhas e, quando comparada com a ervilhaca, apresenta melhor adaptação a diferentes ambientes (PEREIRA, 2008; GIACOMINI et al., 2003). O crescimento do *M. perfoliatum* foi maior no tratamento com ervilhaca, uma vez que a planta infestante explora e aproveita os nutrientes disponíveis no solo com eficiência, como o nitrogênio aportado pela leguminosa. Já na aveia o crescimento do *M. perfoliatum* foi menor, evidenciando que a gramínea contém a planta infestante.

3.5 CONCLUSÕES

A expressão do *M. perfoliatum* foi superior no tratamento com ervilhaca. A aveia proporciona um melhor controle da planta infestante *M. perfoliatum*. Indica-se a semeadura de aveia como alternativa de controle do *M. perfoliatum* em áreas de restauração ecológica situadas em locais com restrição de manejo de espécies invasoras, como é o caso de APAs.

REFERÊNCIAS

- ABRANCHES, M. O.; SILVA, G. A. M.; SANTOS, L. C.; PEREIRA, L. F.; FREITAS, G. B. Contribuição da adubação verde nas características químicas, físicas e biológicas do solo e sua influência na nutrição de hortaliças. **Research, Society and Development**, São Paulo, v. 10, n. 7, p. 1-17, 2021.
- AITA, C.; CERETTA, C.A.; THOMAS, A.L.; PAVINATO, A. & BAYER, C. Espécies de inverno como fonte de nitrogênio para o milho no sistema de cultivo mínimo e feijão em plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 18, p. 101-108, 1994.
- ACOSTA, J. A. A.; AMADO, T. J. C.; SILVA, L. S.; SANTI, A.; WEBER, M. A. Decomposição da fitomassa de plantas de cobertura e liberação de nitrogênio em função da quantidade de resíduos aportada ao solo sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 5, p. 801-809, 2014.
- AMADO, T.J.C.; MIELNICKZUK, J; AINTA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, n.1, p.241-248, 2002.
- ALMEIDA, F. S. (1988). **A alelopatia e as plantas**. (Circular Técnica, n. 53, p. 60). Londrina: IAPAR.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, nº 6, p. 711–728, 2013.
- BORKERT, C. M.; GAUDÊNCIO, C. A.; PEREIRA, J. E.; PEREIRA, L. R.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 143-153, 2003.
- BRANCALION, P. H.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; KAGEYAMA, P. Y.; NAVE, A. G.; GANDARA, F. B.; BARBOSA, L. M.; TABARELLI, M. Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 3, 2010.
- CALEGARI, A.; ALCÂNTARA, P. B.; MYIASAKA, S.; AMADO, T. J. C. Caracterização das principais espécies de adubo verde. In: COSTA, M. B. B. (Org.). **Adubação verde no Sul do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 1993, p. 207-330.
- CAMPOS, W. H.; NETO, A. M.; PEIXOTO, H. J. C.; GODINHO, L. B.; SILVA, E. Contribuição da fauna silvestre em projetos de restauração ecológica no Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 72, 2012.
- CARVALHO, P. E. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. 1 v. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1039 p.

CARVALHO, M. M. X. OS FATORES DO DESMATAMENTO DA FLORESTA COM ARAUCÁRIA: AGROPECUÁRIA, LENHA E INDÚSTRIA MADEIREIRA, **Revista Esboços**, Florianópolis, v. 18, n. 25, p. 32-35, 2011.

CUMMINGS, J. A.; PARKER, I. M.; GILBERT, G. S. Allelopathy: a tool for weed management in forest restoration. **Plant Ecology**, Austrália, v. 213, p. 1975-1989, 2012.

DA ROS, C.O; AITA, C. Efeito de espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 20, p. 135-140, 1996.

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. (1992). **Plantas para adubação verde de inverno**. (Circular Técnica, n. 73, 80p). Londrina: IAPAR.

DERPSCH, R.; FRIEDRICH, T.; KASSAM, A.; HONGWEN, L. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, Pequim, v.3, n. 1, p.1-25, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). **Panorama Fitossanitário – Cultura do Milho: Estrelinha (*Melampodium perfoliatum*)**.

Disponível em: <<http://panorama.cnpms.embrapa.br/plantas-daninhas/identificacao/folhas-largas/estrelinha-melampodium-perfoliatum>>. Acesso em: 28 abr. 2022.

ESSER, L. F.; NEVES, D. M.; JARENKOW, J. A. Habitat – specific impacts of climate change in the Mata Atlântica biodiversity hotspot. **Diversity and Distributions**, Tucson, v. 25, p. 1846-1856, 2019.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L. M.; ALVARENGA, R. C.; NEVES, J. C. L. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 171-177, 2000.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; OLIVEIRA, T.; LEHMEN, R. I.; DREON, G. In: FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. (Org.) **FORAGEIRAS PARA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NA REGIÃO SUL-BRASILEIRA**. 2. ed. Brasília: Embrapa Trigo, 2012, p. 127-158.

FOXCROFT, L. C.; RICHARDSON, D. M.; REJMANEK, M.; PYSEK, P. Alien plant invasions in tropical and sub-tropical savannas: patterns, processes and prospects. **Biological Invasions**, Tennessee, v. 12, n. 12, p. 3913-3933, 2010.

FREITAS, T. C.; GUARINO, E. S. G.; SOUSA, L. P.; MIURA, A. K.; RODRIGUES, R. L.; ESPINDOLA, V. S.; RIBEIRO, J. F.; GOMES, G. C. Lista de espécies arbóreas e arbóreas para restauração ecológica de formações florestais no bioma Pampa. **Anais...** Vitória, n. 67, 2016.

GALLI, V. B.; BALDIN, N. Desgaste nos meandros da bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Norte: história e econômica do desmatamento da Mata Atlântica (Joinville – SC). **Geosul**, Florianópolis, v. 31, n. 61, p. 309-334, 2016.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; VENDRUSCOLO, E. R. O.; CUBILLA, M.; NICOLOSO, R. S.; FRIES, M. R. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 325-334, 2003.

HEINRICH, R.; AITA, C.; AMADO, T. J. C.; FANCELLI, A. L. Cultivo consorciado de aveia e ervilhaca: relação C/N da fitomassa e produtividade do milho em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, p. 331-340, 2001.

HOOPER, E.; CONDIT, R.; LEGENDRE, P. Responses of 20 native tree species to reforestation strategies for abandoned farmland in Panama. **Ecological Applications**, Washington, v. 12, p. 1626-1641, 2002.

JONES, E. R.; WISHNIE, M. H.; DEAGO, J.; SAUTU, A.; CERESO, A. Facilitating natural regeneration in *Saccharum spontaneum* (L.) grasslands within the Panama Canal watershed: effects of tree species and tree structure on vegetation recruitment patterns. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 191, p. 171-183, 2004.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA (IAT). **Dados e Informações Geoespaciais Temáticos: vegetação**. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/mapa_fitogeografico_a3.pdf> Acesso em: 25 out. 2022.

INSTITUTO BRASÍLIA AMBIENTAL. 2020. **Você sabe o que é uma APA?** Disponível em: <<https://www.ibram.df.gov.br/voce-sabe-o-que-e-uma-apa>>. Acesso em: 18 abr. 2022.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2011. **Diferença entre APA e APP não é clara para todos, diz artigo**. Disponível em: <[https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/noticias/ultimas-noticias/diferenca-entre-apa-e-app-nao-e-clara-para-todos-diz-artigo#:~:text=Bras%C3%ADlia%20\(19%2F05%2F2011,e%20demais%20meios%20de%20informa%C3%A7%C3%A3o](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/noticias/ultimas-noticias/diferenca-entre-apa-e-app-nao-e-clara-para-todos-diz-artigo#:~:text=Bras%C3%ADlia%20(19%2F05%2F2011,e%20demais%20meios%20de%20informa%C3%A7%C3%A3o)>. Acesso em 18 abr. 2022.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: BASF. 1997. 825 p.

MIRANDA, D. L. C.; MELO, A. C. G.; SANQUETTA, C. R. Equações alométricas para estimativa de biomassa e carbono em árvores de reflorestamento de restauração. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 3, 2011.

MORAES, L. F. D.; CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A. Restauração florestal: do diagnóstico de degradação ao monitoramento das ações. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, p. 437-451, 2010.

MOREIRA, H. J. C.; BRAGANÇA, H. B. N. **Manual de identificação de plantas infestantes: cultivos de verão**. Campinas. 2010. 642 p.

MUYLAERT, R. L.; VANCINE, M. H.; BERNADO, R.; OSHIMA, J. E. F.; SOBRAL-SOUZA, T.; TONETTI, V. R.; NIEBUHR, B. B.; RIBEIRO, M. C. UMA NOTA SOBRE OS LIMITES TERRITORIAIS DA MATA ATLÂNTICA. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 3, p. 302-311, 2018.

NASCIMENTO, A. L.; LINGNAU, C.; STOLLE, L; Diagnóstico da Reserva Legal e Área de Preservação Permanente em uma propriedade rural Estação Experimental Canguiri da Universidade Federal do Paraná. **Anais.. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, 21 – 26 abril 2007, INPE, p. 4081-4087.

OLIVEIRA, F. F. G.; MATTOS, J. T. Análise ambiental de remanescentes do bioma Mata Atlântica no litoral sul do Rio Grande do Norte – NE do Brasil. **GEOUSP**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 165-183, 2014.

PEREIRA, A. R. P. **Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão**. 2. ed. Belo Horizonte: Fapi Ltda. 2008. 238 p.

PITOL, C. (1986). **A cultura da aveia e sua importância para o MS**. (Boletim Técnico: n. 1, p. 35). Maracaju: COTRIJUÍ.

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. dos. (Org.). **Controle de plantas daninhas em restauração florestal**. Brasília: Embrapa Agrobiologia, 2017. p. 13-26.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Leguminosas Forrageiras Anuais de Inverno. In: FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. (Org.) **Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira**. 2. ed. Brasília: Embrapa Trigo, 2012, p. 305-317.

TOMM, G. O.; FOSTER, R. K. **Wheat intercropped with forage legumes in Southern Brazil**. 1990. 122 p. Thesis (M.Sc.) - University of Saskatchewan, Saskatoon, Canadá, 1990.

VIEIRA, I. C. G.; GARDNER, T. A. Florestas secundárias tropicais: ecologia e importância em paisagens antrópicas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, v. 7, n. 3, p. 191-194, 2012.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstram que a ervilhaca favoreceu o crescimento das mudas enquanto que a aveia ocasionou competição. Porém, quando se analisa o controle de *M. perfoliatum*, a aveia foi melhor, reduzindo o crescimento da planta infestante, contrariamente ao verificado para a ervilhaca.

Uma estratégia que pode ser adotada é a semeadura de ervilhaca na linha de plantio e a semeadura de aveia nas entrelinhas. Com isso, o crescimento das mudas pode ser beneficiado pelo aporte nutricional fornecido pela leguminosa, ao mesmo tempo que ocorre o controle da vegetação competidora pela ação da gramínea.

Diante do cenário de escassez hídrica que prevaleceu durante a condução do experimento, algumas ações fizeram a diferença para o estabelecimento das mudas, principalmente, as campanhas de irrigação. Logo, deve-se sempre que possível, viabilizar essa prática, uma vez que as alterações das condições meteorológicas estão cada vez mais frequentes.

Aliada à irrigação, a distribuição de restos culturais ou outro tipo de material como cobertura morta junto às plantas também é fundamental. Trata-se de uma tarefa relativamente simples, mas que proporciona a manutenção da umidade nesta porção do solo além de conter o avanço da matocompetição.

Por fim, considera-se que o plantio consorciado entre espécies agrícolas forrageiras de adubação verde e mudas de espécies florestais nativas apresenta-se como uma alternativa real para a restauração ecológica. Diferentes estratégias de manutenção e a combinação de arranjos de plantio podem ser implementados conforme as características das espécies arbóreas e o ciclo de vida das espécies de adubação verde. Os benefícios dessa associação são refletidos tanto no crescimento das espécies de interesse quanto na execução das atividades de manutenção.

REFERÊNCIAS GERAIS

- ABRANCHES, M. O.; SILVA, G. A. M.; SANTOS, L. C.; PEREIRA, L. F.; FREITAS, G. B. Contribuição da adubação verde nas características químicas, físicas e biológicas do solo e sua influência na nutrição de hortaliças. **Research, Society and Development**, São Paulo, v. 10, n. 7, p. 1-17, 2021.
- ACOSTA, J. A. A.; AMADO, T. J. C.; SILVA, L. S.; SANTI, A.; WEBER, M. A. Decomposição da fitomassa de plantas de cobertura e liberação de nitrogênio em função da quantidade de resíduos aportada ao solo sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 5, p. 801-809, 2014.
- AITA, C.; CERETTA, C.A.; THOMAS, A.L.; PAVINATO, A. & BAYER, C. Espécies de inverno como fonte de nitrogênio para o milho no sistema de cultivo mínimo e feijão em plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 18, p. 101-108, 1994.
- ALMEIDA, D. S. Recuperação ecológica de paisagens fragmentadas. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.12, n.32, p. 99-104, 1998.
- ALMEIDA, F. S. **A alelopatia e as plantas**. (Circular Técnica, n. 53, p. 60). Londrina: IAPAR, 1988.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, nº 6, p. 711–728, 2013.
- AMADO, T.J.C.; MIELNICKZUK, J; AINTA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, n.1, p.241-248, 2002.
- ANGELO, A. C.; SOUZA, K. K. F. de. **Restauração Florestal**. SENAR. 2020. Curitiba. 192p.
- ASSIS, G. B.; SUGANUMA, M. S.; MELO, A. C. G.; DURIGAN, G. USO DE ESPÉCIES NATIVAS E EXÓTICAS NA RESTAURAÇÃO DE MATAS CILIARES NO ESTADO DE SÃO PAULO (1957 – 2008). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 599-609, 2013.
- AVRELLA, E. D.; EMER, A. A.; PAIM, L. P.; FIOR, C. S.; SCHAFER, G. Efeito da salinidade do desenvolvimento inicial de mudas de *Mimosa scabrella* Benth. **Iheringia Série Botânica**, Porto Alegre, v. 74, 2019.
- BORKERT, C. M.; GAUDÊNCIO, C. A.; PEREIRA, J. E.; PEREIRA, L. R.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 143-153, 2003.

BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Restauração Florestal. São Paulo: Oficina de Textos. 2015. 431p.

BRANCALION, P. H.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; KAGEYAMA, P. Y.; NAVE, A. G.; GANDARA, F. B.; BARBOSA, L. M.; TABARELLI, M. Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 3, 2010.

BRASIL. Decreto-lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 maio 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 01 mai. 2022.

CALEGARI, A.; ALCÂNTARA, P. B.; MYIASAKA, S.; AMADO, T. J. C. Caracterização das principais espécies de adubo verde. In: COSTA, M. B. B. (Org.). **Adubação verde no Sul do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 1993, p. 207-330.

CALLEGARO, R. M.; ANDRZEJEWSKI, C.; LONGHI, S. J.; ARAUJO, M. M.; SERRA, G. M. Potencial de três plantações florestais homogêneas como facilitadoras da regeneração natural de espécies arbutivo-arbóreas. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 99, p. 331-341, set. 2013.

CAMPOS, W. H.; NETO, A. M.; PEIXOTO, H. J. C.; GODINHO, L. B.; SILVA, E. Contribuição da fauna silvestre em projetos de restauração ecológica no Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 72, 2012.

CARVALHO, M. M. X. OS FATORES DO DESMATAMENTO DA FLORESTA COM ARAUCÁRIA: AGROPECUÁRIA, LENHA E INDÚSTRIA MADEIREIRA, **Revista Esboços**, Florianópolis, v. 18, n. 25, p. 32-35, 2011.

CARVALHO, P. E. Competição entre espécies florestais nativas em Irati-PR, cinco anos após o plantio. **Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 2, p. 41-56, 1981.

CARVALHO, P. E. Espécies Arbóreas Brasileiras. 1 v. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1039 p.

CARVALHO, P. E. Espécies Arbóreas Brasileiras. 2 v. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 629 p.

CNCFlora. *Solanum diploconos* in **Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2**. Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Solanum_diploconos>. Acesso em 3 maio 2022.

CORBIN, J. D.; HOLL, K. D. Applied nucleation as a forest restoration strategy. **Forest Ecology and Management**. Amsterdam, v. 265, p. 37-46, 2012.

CUMMINGS, J. A.; PARKER, I. M.; GILBERT, G. S. Allelopathy: a tool for weed management in forest restoration. **Plant Ecology**, Austrália, v. 213, p. 1975-1989, 2012.

DA ROS, C.O; AITA, C. Efeito de espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 20, p. 135-140, 1996.

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. (1992). **Plantas para adubação verde de inverno**. (Circular Técnica, n. 73, 80p). Londrina: IAPAR.

DERPSCH, R.; FRIEDRICH, T.; KASSAM, A.; HONGWEN, L. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, Pequim, v.3, n. 1, p.1-25, 2010.

DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J. C. B. **Recomposição de matas ciliares**. São Paulo: Instituto Florestal, 1990. 14 p. (IF. Série Registros, 4).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). ***Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze: Características gerais, Ecologia, Curiosidades e usos do pinhão**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1137249/araucaria-angustifolia-bertol-kuntze-caracteristicas-gerais-ecologia-curiosidades-e-usos-do-pinhao>>. Acesso em: 17 jul. 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). **Panorama Fitossanitário – Cultura do Milho: Estrelinha (*Melampodium perfoliatum*)**. Disponível em: <<http://panorama.cnpms.embrapa.br/plantas-daninhas/identificacao/folhas-largas/estrelinha-melampodium-perfoliatum>>. Acesso em: 28 abr. 2022.

ESSER, L. F.; NEVES, D. M.; JARENKOW, J. A. Habitat – specific impacts of climate change in the Mata Atlântica biodiversity hotspot. **Diversity and Distributions**, Tucson, v. 25, p. 1846-1856, 2019.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L. M.; ALVARENGA, R. C.; NEVES, J. C. L. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 171-177, 2000.

FERREIRA, E.; CAVALCANTI, P.; NOGUEIRA, D. ExpDes: An R Package for ANOVA and Experimental Designs. **Applied Mathematics**, New York, v. 5, p. 2952-2958, 2014.

FERREIRA, P. I.; GOMES, J. P.; BATISTA, F.; BERNARDI, A. P.; COSTA, N. C. F.; BORTOLUZZI, R. L. C.; MANTOVANI, A. Espécies potenciais para recuperação de áreas de preservação permanente no Planalto Catarinense. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, 2013.

FONSECA, D. A.; BACKES, A. R.; ROSENFELD, M. F.; OVERBECK, G. E.; MÜLLER, S. C. Avaliação da regeneração natural em área de restauração ecológica e mata ciliar de referência. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 2, 2017.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; OLIVEIRA, T.; LEHMEN, R. I.; DREON, G. In: FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. (Org.) **Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira**. 2. ed. Brasília: Embrapa Trigo, 2012, p. 127-158.

FOXCROFT, L. C.; RICHARDSON, D. M.; REJMANEK, M.; PYSEK, P. Alien plant invasions in tropical and sub-tropical savannas: patterns, processes and prospects. **Biological Invasions**, Tennessee, v. 12, n. 12, p. 3913-3933, 2010.

FREITAS, T. C.; GUARINO, E. S. G.; SOUSA, L. P.; MIURA, A. K.; RODRIGUES, R. L.; ESPINDOLA, V. S.; RIBEIRO, J. F.; GOMES, G. C. Lista de espécies arbóreas e arbóreas para restauração ecológica de formações florestais no bioma Pampa. **Anais...** Vitória, n. 67, 2016.

G1PARANÁ. **Imagem de satélite mostra como era e como ficou a Represa do Iraí com a estiagem no Paraná 2020**. Disponível em:

<<https://g1.globo.com/pr/parana/noticia/2020/07/06/imagem-de-satelite-mostra-como-era-e-como-ficou-a-represa-do-irai-apos-a-estiagem-no-parana.ghtml>>.

Acesso: 01 mai 2022.

GALLI, V. B.; BALDIN, N. Desgaste nos meandros da bacia hidrográfica do Rio Cubatão do Norte: história e econômica do desmatamento da Mata Atlântica (Joinville – SC). **Geosul**, Florianópolis, v. 31, n. 61, p. 309-334, 2016.

GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, E. F. Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável. Goytacazes: Embrapa informação tecnológica. 2006. 365 p.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; VENDRUSCOLO, E. R. O.; CUBILLA, M.; NICOLOSO, R. S.; FRIES, M. R. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 325-334, 2003.

HEINRICH, R.; AITA, C.; AMADO, T. J. C.; FANCELLI, A. L. Cultivo consorciado de aveia e ervilhaca: relação C/N da fitomassa e produtividade do milho em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, p. 331-340, 2001.

HOFFMANN, Pablo Melo. **Morfologia, ecofisiologia da germinação e desenvolvimento de Solanum diploconos (Mart.) Bohs (SOLANACEAE)**. 2014. 185 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Florestal, Dpto de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: <http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf_ms/2014/d682_0885-M.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2022.

HOOPER, E.; CONDIT, R.; LEGENDRE, P. Responses of 20 native tree species to reforestation strategies for abandoned farmland in Panama. **Ecological Applications**, Washington, v. 12, p. 1626-1641, 2002.

IMAGUIRE, N. Condições ambientais para a *Araucaria angustifolia* Bert. O. Ktze. **Dusenya**, Curitiba, v. 11, n. 3, p. 121-127, 1979.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA (IAT). **Dados e Informações Geoespaciais Temáticos: vegetação**. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/mapa_fitogeografico_a3.pdf> Acesso em: 25 out. 2022.

INSTITUTO BRASÍLIA AMBIENTAL. 2020. **Você sabe o que é uma APA?** Disponível em: <<https://www.ibram.df.gov.br/voce-sabe-o-que-e-uma-apa>>. Acesso em: 18 abr. 2022.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2011. **Diferença entre APA e APP não é clara para todos, diz artigo**. Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/20-geral/889-diferenca-entre-apa-e-app-nao-e-clara-para-todos-diz-artigo>>. Acesso em 18 abr. 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento: Dados históricos anuais**. 2022. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>>. Acesso em: 01 mai. 2022.

JONES, E. R.; WISHNIE, M. H.; DEAGO, J.; SAUTU, A.; CERESO, A. Facilitating natural regeneration in *Saccharum spontaneum* (L.) grasslands within the Panama Canal watershed: effects of tree species and tree structure on vegetation recruitment patterns. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 191, p. 171-183, 2004.

KANIESK, M. R.; GALVÃO, F.; SANTOS, T. L.; MILANI, J. E. F.; BOTOSSO, P. C. Parâmetros Climáticos e Incremento Diamétrico de Espécies Florestais em Floresta Aluvial no Sul do Brasil. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 24, n.1, p. 1–11, 2017.

KANIESKI, M. R.; LONGHI-SANTOS, T.; MILANI, J. E. F.; MIRANDA, B. P.; GALVÃO, F.; BOTOSSO, P. C.; RODERJAN, C. V. Crescimento diamétrico de *Blepharocalyx salicifolius* em remanescente de floresta ombrófila mista aluvial, Paraná. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, p. 197–206, 2017.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: BASF. 1997. 825 p.

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. **Restauração Florestal e a Bacia do Rio Guandu**. 1. ed. Seropédica: Editora Rural, 2015. p. 120-156.

MARAN, J. C.; ROSOT, M. A. D.; RADOMSKI, M. I.; KELLERMANN, B. Análise de sobrevivência e germinação em plantios de *Araucaria angustifolia* derivado de mudas e sementes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 4, p. 1349-1360, 2016.

MARCUZZO, S. B.; ARAÚJO, M. M.; GASPARIN, E. Plantio de espécies nativas para restauração de áreas em unidades de conservação: um estudo de caso no sul do Brasil. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 1, p. 129-140, 2014.

MARTINS, E. M.; SILVA, E. R.; CAMPELLO, E. F. C.; LIMA, S. S.; NOBRE, C. P.; CORREIA, M. E. F.; RESENDE, A. S. O uso de sistemas agroflorestais diversificados na restauração florestal na Mata Atlântica. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 632-648, 2019.

MENEGATTI, R.; MANTOVANI, A.; NAVROSKI, M. C.; GUOLLO, K.; VARGAS, O. F.; SOUZA, A. G. Germinação de sementes de *Mimosa scabrella* Benth. Submetidas a diferentes condições de temperatura, armazenamento e tratamentos pré-germinativos. **Revista de Ciências Agrárias**, Pernambuco, v. 40, p. 305-310, 2017.

MIRANDA, D. L. C.; MELO, A. C. G.; SANQUETTA, C. R. Equações alométricas para estimativa de biomassa e carbono em árvores de reflorestamento de restauração. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 3, 2011.

MORAES, L. F. D.; CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A. Restauração florestal: do diagnóstico de degradação ao monitoramento das ações. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, p. 437-451, 2010.

MOREIRA, H. J. C.; BRAGANÇA, H. B. N. **Manual de identificação de plantas infestantes: cultivos de verão**. Campinas. 2010. 642 p.

MUYLAERT, R. L.; VANCINE, M. H.; BERNADO, R.; OSHIMA, J. E. F.; SOBRAL-SOUZA, T.; TONETTI, V. R.; NIEBUHR, B. B.; RIBEIRO, M. C. UMA NOTA SOBRE OS LIMITES TERRITORIAIS DA MATA ATLÂNTICA. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 3, p. 302-311, 2018.

NASCIMENTO, A. L.; LINGNAU, C.; STOLLE, L; Diagnóstico da Reserva Legal e Área de Preservação Permanente em uma propriedade rural Estação Experimental Canguiri da Universidade Federal do Paraná. **Anais.. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianopolis, Brasil, 21 – 26 abril 2007, INPE, p. 4081-4087.

OLIVEIRA, F. F. G.; MATTOS, J. T. Análise ambiental de remanescentes do bioma Mata Atlântica no litoral sul do Rio Grande do Norte – NE do Brasil. **GEOUSP**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 165-183, 2014.

PARANÁ. Decreto nº 1753, de 06 de maio de 1996. Instituída a Área de Proteção Ambiental na área de manancial da bacia hidrográfica do rio Irai, denominada APA Estadual do Iraí. **Legislação do Estado do Paraná**, Paraná, 07 maio, 1996.

Disponível em:

<<https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=>

25265&indice=1&totalRegistros=8&dt=27.0.2021.11.19.24.944>. Acesso em: 18 abr. 2022.

PEREIRA, A. R. P. **Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão**. 2. ed. Belo Horizonte: Fapi Ltda. 2008. 238 p.

PITOL, C. (1986). **A cultura da aveia e sua importância para o MS**. (Boletim Técnico: n. 1, p. 35). Maracaju: COTRIJUÍ.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, 2020. Programa de Computador.

REITZ, R.; KLEIN, R. M. **Araucariaceae**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1966. 29 p.

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. dos. (Org.). **Controle de plantas daninhas em restauração florestal**. Brasília: Embrapa Agrobiologia, 2017. p. 13-26.

RIBEIRO, L.; KOPROSKI, L. P.; STOLLE, L.; LINGNAU, C.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Zoneamento de riscos de incêndios florestais para a fazenda experimental do Canguiri, Pinhais (PR). **Floresta**, Curitiba, PR, v. 38, n. 3, 2008.

RITCHIE, G. A.; LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K.; HAASE, D. L. Assessing plant quality. In: **The container tree nursery manual**, v. 7, Seedling Processing, Storage, and Outplanting. Washington, DC: Agric. Handbk. p. 19 - 81. 2010.

ROCHA, F. S.; SILVA, E. M. R.; JÚNIOR, O. J. S.; LIMA, W. L.; TAVARES, S. R. L. Estabelecimento inicial de leguminosas arbóreas em área íngreme com pastagem degradada na região Costa Verde – RJ. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro. 2011.

RONSANI, T. F.; OLIVEIRA, A. K.; ALVIM, T.; ALVES, C.; SIMISKI, A.; FLORES, A. V.; BOTELHO, G. R. Avaliação do crescimento inicial de mudas de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) biotizadas com *Pseudomonas* fluorescente em Sistema Agroflorestal. **Anais.. 1º Mostra Científica e Tecnológica da USFC Curitibanos**, Curitibanos, Brasil, 17-18 março 2021, UFSC.

SANTOS, F. Efeito da inoculação de plantas de trigo com a rizobactéria *Azospirillum brasilense* sobre o vírus do nanismo amarelo da cevada (BYDV) e seu vetor *Rhopalosiphum padi* (L.) (Hemiptera: Aphididae). 2019. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Leguminosas Forrageiras Anuais de Inverno. In: FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. (Org.) **Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira**. 2. ed. Brasília: Embrapa Trigo, 2012, p. 305-317.

SILVA, R. J.; Recuperação de áreas degradadas por meio de sistemas agroflorestais: limites e possibilidades. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, Rio Branco, v. 2, n. 2, p. 165-169, 2015.

SISTEMA NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. **Coleção SENAR 199: Sistemas Agroflorestais (SAF's) – conceitos e práticas para implantação no bioma amazônico**. Brasília: SENAR. 2017.139p.

SOARES, E. L. C.; MENTZ, L. A. As espécies de *Solanum* subgênero *Bassovia* seção *Pachyphylla* (= *Cyphomandra* Mart. ex Sendtn. - Solanaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. Instituto Anchieta de Pesquisas, São Leopoldo, n. 57, p. 231-254, 2006.

SOUZA, M. C. S.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Desenvolvimento de espécies arbóreas em sistemas agroflorestais para recuperação de áreas degradadas na floresta ombrófila densa, Paraty, RJ. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 1, 2013.

TOMM, G. O.; FOSTER, R. K. **Wheat intercropped with forage legumes in Southern Brazil**. 1990. 122 p. Thesis (M.Sc.) - University of Saskatchewan, Saskatoon, Canadá, 1990.

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO BRASIL – UC BRASIL. **Nossos Parques – Área de Proteção Ambiental do Iraí (APA)**. Disponível em: <<https://nossosparques.org.br/pt-br/arp/2433>>. Acesso em: 24 out. 2022.

VIEIRA, I. C. G.; GARDNER, T. A. Florestas secundárias tropicais: ecologia e importância em paisagens antrópicas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, v. 7, n. 3, p. 191-194, 2012.

WORLD CONSERVATION MONITORING CENTRE. ***Cyphomandra diploconos* in IUCN Red List of Threatened Species**. 2022. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 01 mai. 2022.

ZANON, M. L. N.; FINGER, C. A. G. Relação de variáveis meteorológicas com o crescimento das árvores de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em povoamentos implantados. **Ciência Florestal**, Santa Maria.