

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
CURSO DE AGRONOMIA

Luiz Paulo Prestes de Medeiros Stiebler

**Avaliação da produtividade de Erva-mate (*Ilex paraguariensis*) conduzida em sistema
agroflorestal**

Curitibanos
2021

Luiz Paulo Prestes de Medeiros Stiebler

Avaliação da produtividade de Erva-mate (*Ilex paraguariensis*) conduzida em sistema agroflorestal.

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Siminski.

Curitibanos
2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Stiebler, Luiz Paulo Prestes de Medeiros
Avaliação da produtividade de Erva-mate (*Ilex
paraguariensis*) cultivada em sistema agroflorestal / Luiz
Paulo Prestes de Medeiros Stiebler ; orientador, Alexandre
Siminski, 2021.
43 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus
Curitibanos, Graduação em Agronomia, Curitibanos, 2021.

Inclui referências.

1. Agronomia. 2. Poda. 3. Densidade de Cobertura. 4.
Produtividade. 5. Recuperação de Áreas Degradadas. I.
Siminski, Alexandre. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Graduação em Agronomia. III. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Coordenação do Curso de Graduação em Agronomia
Rodovia Ulysses Gaboardi km3
CP: 101 CEP: 89520-000 - Curitibanos - SC
TELEFONE (048) 3721-2176 E-mail: agronomia.cbs@contato.ufsc.br.

LUIZ PAULO PRESTES DE MEDEIROS STIEBLER

Avaliação da produtividade de erva mate (*Ilex paraguariensis*) conduzida em sistema agroflorestal.

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Agrônomo, e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Agronomia.

Curitibanos, 30 de abril de 2021.



Documento assinado digitalmente
Samuel Luiz Fioreze
Data: 17/05/2021 09:05:47-0300
CPF: 052.258.059-90
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Samuel Luiz Fioreze
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente
Alexandre Siminski
Data: 17/05/2021 08:37:17-0300
CPF: 022.101.149-85
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Alexandre Siminski
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente
Paulo Cesar Poeta Fermio Junior
Data: 17/05/2021 09:05:03-0300
CPF: 014.349.309-47
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Paulo Cesar Poeta Fermio Junior
Membro da banca examinadora
Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente
Karine Louise dos Santos
Data: 17/05/2021 09:18:39-0300
CPF: 026.627.599-09
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Profa. Dra. Karine Louise dos Santos
Membro da banca examinadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico esse trabalho especialmente aos meus pais Tânia Mara de Medeiros e Paulo Sergio Stiebler por todo incentivo, orações, apoio, carinho e educação.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus pela oportunidade da vida, e por todas as bênçãos ao longo dessa caminhada.

Aos meus pais Tânia Mara de Medeiros e Paulo Sergio Stiebler, por sempre prestarem todo apoio, incentivo, ensinamentos necessários ao longo de minha vida, bem como o restante de minha família que esteve sempre apoiando.

Ao meu padrasto Mike Machado por todo incentivo, ensinamentos e inspiração no desenvolvimento deste trabalho.

A Maria Eduarda Ossowski por sempre estar presente, apoiando e incentivando em todos os momentos dessa caminhada.

Ao orientador Alexandre Siminski pelos ensinamentos, cobranças, paciência e dedicação para realização deste estudo.

Ao grupo de pesquisas Nesbio pela oportunidade, e a todos os integrantes que de alguma forma contribuíram com esse trabalho e também para a formação acadêmica, em especial a professora Karine Louise Santos e os amigos Felipe Weber Ferrarez e Juliano Junior Havrelhuk.

Aos amigos que sempre estiveram presentes na jornada da graduação.

A Universidade Federal de Santa Catarina e toda a equipe de professores, funcionários, técnicos pelo suporte, amizade e experiências.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de iniciação científica concedida para realização desse trabalho.

A todos que contribuíram de alguma forma meus sinceros agradecimentos!

RESUMO

O cultivo de erva-mate tem importância econômica para o Brasil, sendo o produto florestal não madeireiro de maior importância no Sul do Brasil, onde é o maior produtor de do mundo. Além disso, o cultivo dessa espécie em sistemas agroflorestais (SAFs) é uma alternativa para recuperação de áreas degradadas, especialmente de Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL), gerando uma fonte de renda para pequenos agricultores. O presente trabalho tem como principal objetivo avaliar o crescimento de erva-mate em sistemas agroflorestais de base agroecológica em distintos níveis de cobertura de dossel e avaliar as plantas em resposta ao manejo de podas, discutindo a integração do uso software Manejo-Matte para acompanhamento do erval. A pesquisa foi desenvolvida no campus Curitiba da Universidade Federal de Santa Catarina. A área experimental é um sistema agroflorestal estruturado como parte da estratégia de manejo de recuperação de uma área degradada por plantio de Pinus (*Pinus elliottii*), implantado no ano de 2012. A área é dividida em nove blocos de 500m² sendo que três desses são conduzidos com espécies medicinais e frutíferas, outros três com bracinga e espécies agrícolas e outros três com erva-mate. Esses três blocos de erva-mate foram submetidos a avaliação de cobertura de dossel, realizada com um densiômetro convexo de Lemmon onde obteve-se a cobertura de 72,5%, 75,7% e 52,2% para bloco 1, 2 e 3 respectivamente. As plantas de erva-mate desde a implantação do SAF, em 2012, não tinham sido manejadas quanto a poda, dessa forma no ano de 2019 realizou-se a poda de formação das plantas jovens e adultas onde obteve-se um excesso de massa verde que foi contabilizado como dados de colheita, obtendo 660 kg ha⁻¹ com uma densidade de 520 plantas ha⁻¹ no bloco 1, 672kg ha⁻¹ com uma densidade de 500 plantas ha⁻¹ no bloco 2 e 462 kg ha⁻¹ com uma densidade de 600 plantas ha⁻¹ no bloco 3. Em 2021 procedeu-se a colheita dos indivíduos, obteve-se então 1070 kg ha⁻¹ com uma densidade de 680 plantas ha⁻¹ no bloco 1, 1226 kg ha⁻¹ com uma densidade de 560 plantas ha⁻¹ no bloco 2 e 1086 kg ha⁻¹ com uma densidade de 620 plantas ha⁻¹ no bloco 3. Referente ao manejo de podas de formação esse mostrou-se uma prática de manejo fundamental tendo em vista que essa está diretamente relacionada a produtividade da erva-mate, como observado entre os anos de 2019 e 2021. Tendo em vista também que a poda de formação foi prorrogada esse também pode ser um fator que está relacionado a baixa produtividade. Porém vale ressaltar que o sistema é recente, menos de dez anos de idade, o que acaba sendo uma fonte de renda considerável para o curto prazo. O relatório emitido pelo software Manejo-Matte demonstrou que houve uma evolução significativa do erval posteriormente as práticas de manejo de podas. Conclui-se que há a necessidade de correção da densidade de plantas na áreas de cultivo, sendo que constatou-se também que a prorrogação da poda de formação tem influência na produtividade assim como a densidade de cobertura do dossel. O software Manejo-Matte é de grande valia para acompanhamento do erval em sistemas agroflorestais.

Palavras-chave: Colheita. Densidade de Cobertura. Produtividade. Poda. Recuperação.

ABSTRACT

The yerba mate (*Ilex paraguariensis*) has great social and economic importance in Brazil, being the most important non-timber forest product (NTFP) in Southern region, the largest producer of the world. In addition, the cultivation of this species in agroforestry systems (AFS) is an alternative for restoration of degraded areas, especially of Permanent Preservation Areas (APP) and Legal Reserve (RL), being a source of income for small farmers. The goal of this work is to evaluate the growth of yerba mate plants in agroecological-based agroforestry, considering different levels of canopy cover and pruning management. Also we tested the use of Manejo-Matte[®] software for monitoring the yerba mate cultivation. The research was carried out at the Federal University of Santa Catarina, in Curitibanos campus. The experimental area is an agroforestry structured in 2012 as a restoration strategy after removing Pinus plantation (*Pinus elliottii*). The area is divided into three 500m² plots. The canopy coverage was carried out with a Spherical Densiometer of Lemmon, where coverage of 72.5%, 75.7% and 52.2% was obtained for block 1, 2 and 3 respectively. Yerba mate plants had not been managed since the implementation, so in 2019 we carried out the pruning formation of young and adult plants, where the green mass was harvest and measured, obtaining 660 kg ha⁻¹ with a density of 520 plants ha⁻¹ in block 1, 672 kg ha⁻¹ with a density of 500 plants ha⁻¹ in block 2 and 462 kg ha⁻¹ with a density of 600 plants ha⁻¹ in block 3. In 2021 the individuals were harvested again, then 1070 kg ha⁻¹ was obtained with a density of 680 plants ha⁻¹ in block 1, 1226 kg ha⁻¹ with a density of 560 plants ha⁻¹ in block 2 and 1086 kg ha⁻¹ with a density of 620 plants ha⁻¹ in block 3. Regarding the formation pruning, this management proved to be a fundamental practice to agroforestry systems, considering that this is directly related to the productivity of yerba mate, as the results between the years 2019 and 2021 showed. These results were also confirmed by Manejo-Matte[®] software, where was possible to record a significant evolution of the yerba mate plants after the pruning management practices. We concluded that there is a important to increase the density of plants in the agroforestry areas, as well as a permanent pruning of yerba mate plants and canopy. The Manejo-Matte[®] software is an important tool to monitoring the yerba mate in agroforestry systems.

Keywords: NTFP. Canopy Cover. Productivity. Pruning. Restoration

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de ocorrência natural da espécie <i>Ilex paraguariensis</i> no sul da América do Sul.....	17
Figura 2 - Localização da área experimental com Sistema Agroflorestal (SAF) nas dependências da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, SC.	24
Figura 3 - Esquema da distribuição espacial dos blocos no Sistema Agroflorestal (SAF) da trilha do Pessegueirinho no Campus da UFSC, Curitibanos, SC.	24
Figura 4 - Avaliação de dossel de cobertura do Sistema Agroflorestal (SAF) utilizando Densiômetro Esférico Convexo de Lemmon.....	27
Figura 5 - Densiômetro Esférico Convexo de Lemmon, utilizado para cálculo de densidade de cobertura de dossel.	27
Figura 6 - Plantas de <i>Ilex paraguariensis</i> (erva-mate) em Sistema Agroflorestal (SAF) anterior (A) e posteriormente (B) a poda de formação, Curitibanos, 2019.	29
Figura 7 - Plantas de <i>Ilex paraguariensis</i> (erva-mate) em Sistema Agroflorestal (SAF) anterior (A) e posteriormente (B) a poda de colheita, Curitibanos, 2021	29
Figura 8 - Relatório emitido pelo software Manejo-Matte®, referente a condições do erval em Sistema Agroflorestal (SAF) anteriormente a condução de poda de formação. Curitibanos, SC, 2019.	33
Figura 9 - Relatório emitido pelo software Manejo-Matte®, referente a condições do erval em Sistema Agroflorestal (SAF) posteriormente a condução de poda de formação e colheita. Curitibanos, SC, 2021.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Densidade de cobertura e luminosidade nos blocos de <i>Ilex paraguariensis</i> (erva-mate) em Sistema Agroflorestal (SAF). Curitiba, SC, 2021.....	31
Tabela 2 - Parâmetros de avaliação do software Manejo-Matte®	32
Tabela 3 - Densidade e produtividade de <i>Ilex paraguariensis</i> (erva-mate) em Sistema Agroflorestal (SAF) nos anos de 2019 e 2021. Curitiba, SC.....	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVOS	13
1.1.1	Objetivo Geral	13
1.1.2	Objetivos Específicos	13
1.2	JUSTIFICATIVA	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DA ERVA-MATE	15
2.2	CARACTERIZAÇÃO DA CULTURA DA ERVA-MATE	16
2.3	CLIMA E SOLO DE OCORRÊNCIA DE ERVA-MATE	16
2.4	SISTEMAS DE CULTIVO DE ERVA-MATE	17
2.5	SISTEMAS AGROFLORESTAIS COMO ESTRATÉGIA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA	19
2.6	INFLUÊNCIA DA COBERTURA DO DOSSEL	20
2.7	SISTEMAS DE PODA DA ERVA-MATE	21
3	MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1	LOCALIZAÇÃO E HISTORICO DA ÁREA EXPERIMENTAL	23
3.2	AVALIAÇÕES DE MANEJO DE PODA E DENSIDADE DE COBERTURA	25
3.3	PRÁTICAS DE MANEJO DE PODA E COLHEITA	28
3.4	ANÁLISE ESTATÍSTICAS	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5	CONCLUSÃO	37
	REFERÊNCIAS	38
	APÊNDICE A – Croqui da Área Experimental	43

1 INTRODUÇÃO

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) é uma planta com ocorrência natural no Sul da América do Sul, constituinte principalmente da Floresta Ombrófila Mista (CARON *et al.*, 2014a). Registros iniciais evidenciam o uso de erva-mate por diferentes tribos indígenas da América do Sul, como a utilização de folhas de erva-mate em túmulos de indígenas no Peru, em período antecessor aos Incas. Os nativos das terras brasileiras, sendo majoritariamente as tribos Guaranis, também já utilizavam a planta milenarmente. O principal uso dos nativos eram através de rituais religiosos, infusão em bebidas e também com o habito de mascar, entretanto, o início da exploração da atividade com propósito comercial ocorreu nos anos de 1610 como principal produto de exportação em Missões Jesuítas (EMBRAPA, 2010).

A exploração dessa espécie no Sul do Brasil atualmente constitui uma parte da economia como o principal produto florestal não madeireiro, sendo então constituinte do produto interno bruto (PIB) do país, o que rende ao Brasil o primeiro lugar no quesito produção mundial de folhas de erva-mate, tendo como segundo colocado a Argentina (FAO, 2018). A planta de porte arbóreo é nativa das regiões do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, sul do Mato Grosso do Sul e uma pequena porção de São Paulo, sendo que na maioria desses Estados é explorada não apenas a título de extrativismo mas também com sistema de produção sob cultivo (IBGE, 2018a). Há também a ocorrência natural de erva-mate nos países Argentina, Paraguai e Uruguai. (EMRAPA, 2010).

A planta de erva-mate naturalmente ocorre em um ambiente de sub-bosque, ou seja, essa pode ser conduzida em grande parte de seu ciclo sob ambiente sombreado, o que acaba sendo uma alternativa para seu cultivo em sistemas agroflorestais (SAFs). Adicionalmente, a proposição desses SAFs com erva-mate podem representar estratégias de restauração em Áreas de Preservação Permanente (APPs) ou Reserva Legal (RL), o que acabam sendo uma opção para a composição de uma fonte de renda aos proprietários, especialmente para pequenos agricultores que podem conciliar a renda a conservação dos ecossistemas, em áreas que geralmente são tidas como “perdidas” nas propriedades (GOULART; PENTEADO, 2019).

A erva-mate é considerada um produto florestal não madeireiro (PFNM). Sua exploração é constituída basicamente da retirada de ramos e folhas. No momento da colheita do erval é realizada de modo indireto a poda, prática cultural de grande importância que tem sido o diferencial entre o sucesso e o fracasso no sistema produtivo (MEDRADO *et al.*, 2000b). A poda é uma pratica que permite maior longevidade à planta que quando associada a uma arquitetura que facilite o manejo, pode atingir níveis de produtividade maiores. A colheita nos

dias atuais é o principal obstáculo do sistema produtivo, uma vez que os responsáveis pelas colheitas estão cada vez mais críticos em relação a arquitetura de planta, onde ervais mal conduzidos estão com carência de mão de obra, obrigando os produtores a se especializarem na prática de podas (MEDRADO *et al.*, 2000b).

Percebe-se uma diferença fisiológica relacionada a crescimento e desenvolvimento de plantas de erva-mate quando conduzidas em diferentes tipos de sistema de produção, sendo esses a sol pleno e sombreado, isso se deve principalmente ao fato de que a planta da erva-mate tem uma resposta efetiva a diferentes condições ambientais como a luminosidade por exemplo (MAZUCHOWSKI; SILVA; MACCARI JUNIOR, 2007). Sendo assim a condução da erva-mate em sistemas sob pleno sol e sob diferentes níveis de sombreamento influenciará diretamente na produtividade (GOULART; PENTEADO, 2019). Ademais, as diferentes formas de cultivo também podem influenciar aspectos agrônômicos e florestais, sendo que práticas culturais como a poda podem também ter grande persuasão em relação a erva-mate conduzida em sistemas agroflorestais.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar o crescimento inicial de plantas de erva-mate cultivadas em sistema agroflorestal, em resposta ao manejo de podas de formação sob condições distintas de densidade de cobertura vegetal.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a produção de massa verde com diferentes níveis de densidade de cobertura vegetal em um SAF;
- Avaliar a resposta da produção de plantas de erva-mate ao manejo de podas;
- Analisar o uso do software Manejo-Matte como ferramenta de planejamento do manejo de ervais em SAF, analisando aspectos posteriores e anteriores as práticas de manejo.

1.2 JUSTIFICATIVA

A cultura de consumo de bebidas estimulantes no Sul e Sudeste do Brasil está diretamente relacionada ao consumo do chimarrão e tererê, mas muitos outros produtos estão sendo desenvolvidos através da planta de erva-mate (DESSIE, 2016). Além dos produtos convencionais desenvolvidos a partir da erva-mate pode-se citar outros produtos alimentícios como corantes e conservantes, compostos para tratamento de hipertensão, bronquite e pneumonia, produtos de higiene como bactericidas, antioxidantes hospitalares, produtos para tratamento de esgoto, produtos de uso pessoal como sabonetes, perfumes e cosméticos, entre outros de importância para a atividade de compra e venda (RODIGHERI; MOSELE, 2000). Em virtude disso o mercado consumidor, mercado de trabalho e toda a cadeia produtiva do produto florestal não madeireiro de maior importância do sul do Brasil estão sendo impulsionados (FOCHZATO, 2018; IGBE, 2018a)

Apesar da grande capacidade produtiva da planta, essa ainda não é explorada em seu potencial máximo (GOULART; PENTEADO, 2019). Buscando uma produção com maior nível técnico e contribuindo com a redução do impacto das atividades produtivas sobre os ecossistemas naturais, o cultivo de erva-mate em sistemas agroflorestais vem sendo uma alternativa de grande potencial (MARTINS; RANIERI, 2014). Sistemas agroflorestais podem representar uma estratégia que contribui para a recuperação de áreas degradadas (GÖTSCH, 2002), e dentro desses sistemas, o cultivo de erva-mate traz inúmeros aspectos positivos. Dentre esses pode-se citar melhor aproveitamento financeiro, uma vez que pode ser utilizado como fonte de renda alternativa. Legislativo, podendo ser empregado em composição de Áreas de Preservação Permanente (APP) e Áreas de Reserva Legal, como também relacionado a restauração de ecossistemas naturais.

Espera-se então conhecer e compreender fatores associados à produção de erva-mate em sistemas agroflorestais, o que trará um suporte técnico-científico que poderá ser amplamente utilizado e sabendo que há uma diferença no desenvolvimento de plantas de erva-mate sob diferentes níveis de intensidade luminosa e que o manejo de podas é um fator que também influenciará no desenvolvimento das plantas, acredita-se que se tenha uma maior produtividade das plantas em sistemas com luminosidade mais próxima do ambiente natural de desenvolvimento e também com as práticas de manejo de poda de formação realizado de forma correta.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DA ERVA-MATE

A erva-mate é um produto fortemente enraizado na cultura principalmente nos Estados sulistas do Brasil, mas que também é relevante para os países vizinhos como Argentina, Paraguai e Uruguai (EMBRAPA, 2010). O produto teve sua origem histórica inicialmente com os povos indígenas, especificamente as tribos Guaranis, mas que posteriormente foi incorporado pelos imigrantes europeus que deram continuidade a exploração da planta (EMBRAPA, 2010).

Com exceção do Uruguai, todos os outros países citados compõem a maior região produtora de erva-mate do mundo, sendo inevitável que a economia desses países esteja de certa forma coesa a exploração e consumo da erva-mate. No Brasil a partir dos anos de 1990 o setor ervateiro sofreu grandes alterações em virtude da criação do Mercado Comum do Sul (MERCOSUL). Outro fato que teve um grande impacto no setor foi a desregulamentação que previa leis que determinavam a padronização de épocas de plantio, colheita entre outros tratamentos culturais no ciclo produtivo da erva-mate. Antes desse período a oferta de produto era definida devido ao período pré-estabelecido, dessa forma o preço não era tão atrativo, devido à alta oferta. Após a desregulamentação o produtor teve a liberdade de escalonar a colheita podendo fazer a venda em momento oportuno em relação ao preço (ZANIN; MEYER, 2018).

Vale ressaltar que a cadeia produtiva da erva-mate é dividida em dois principais sistemas, sendo esses a produção extrativista e a produção sob cultivo. O sistema extrativista compõem 41% de total de produção nacional sendo que o Paraná lidera na produção de erva-mate no sistema extrativista com 87% da produção nacional, que corresponde a 345 mil toneladas do produto (IBGE, 2018a). O sistema de produção sob cultivo compõem os outros 59% do total da produção nacional, sendo que o estado do Rio Grande do Sul lidera com 42% da produção, que corresponde a 232 mil toneladas do produto (IBGE, 2018b). A produção nacional no ano de 2018 foi de aproximadamente 938 mil toneladas, sendo contabilizado os dois sistemas produtivos (IBGE, 2018ab).

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA CULTURA DA ERVA-MATE

A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) é uma planta de porte arbóreo que pertence à família das Aquifoliaceae, a planta pode atingir uma altura de até 5 metros se manejada, já em ocorrência natural pode chegar aos seus 25 metros. Planta quando manejada possui copa densa com tronco curto em média 30 a 40 cm de diâmetro. Suas folhas são simples e alternas e podem medir de 8 a 10 cm de comprimento e 3 a 5 cm de largura. As flores da erva-mate são dispostas na axila das folhas, onde podem ser observados cachos de 30 a 40 flores brancas. Sendo uma planta dioica, que tem seus estames atrofiados conferindo uma polinização apenas cruzada, floresce nos meses de setembro a novembro e inicia sua frutificação em meados de dezembro podendo segurar seus frutos até abril. O fruto é uma baga dupla que mede de 6 a 8 mm, que adquire a cor avermelhada quando entra no processo de amadurecimento, suas sementes são muito pequenas e tem uma característica de dormência bastante acentuada (CARVALHO, 1994).

Planta característica do bioma de floresta ombrófila mista se adapta bem em ambiente de sub-bosque, onde pode ser beneficiada em ambiente sombreado por outras árvores. A espécie tem sua fenologia em etapas bem definidas, com período de 35 a 40 dias entre corte e brotação, para ter plantas com aproximadamente metade das flores 40 a 45 dias após a brotação, e um período de 30 a 40 dias entre a floração e frutificação e uma maturação que dura em média 30 dias. (SUERTEGARAY, 2002)

2.3 CLIMA E SOLO DE OCORRÊNCIA DE ERVA-MATE

Em relação ao clima seguindo como base a classificação de Köppen, a erva-mate está situada, naturalmente, em locais com climas Cfa (Clima Subtropical) e Cfb (Clima Temperado). Esses, por sua vez, apresentam características como chuvas bem distribuídas ao longo do ano, com precipitação média anual de 1500mm a 2000mm (MEDRADO *et al.*, 2000a).

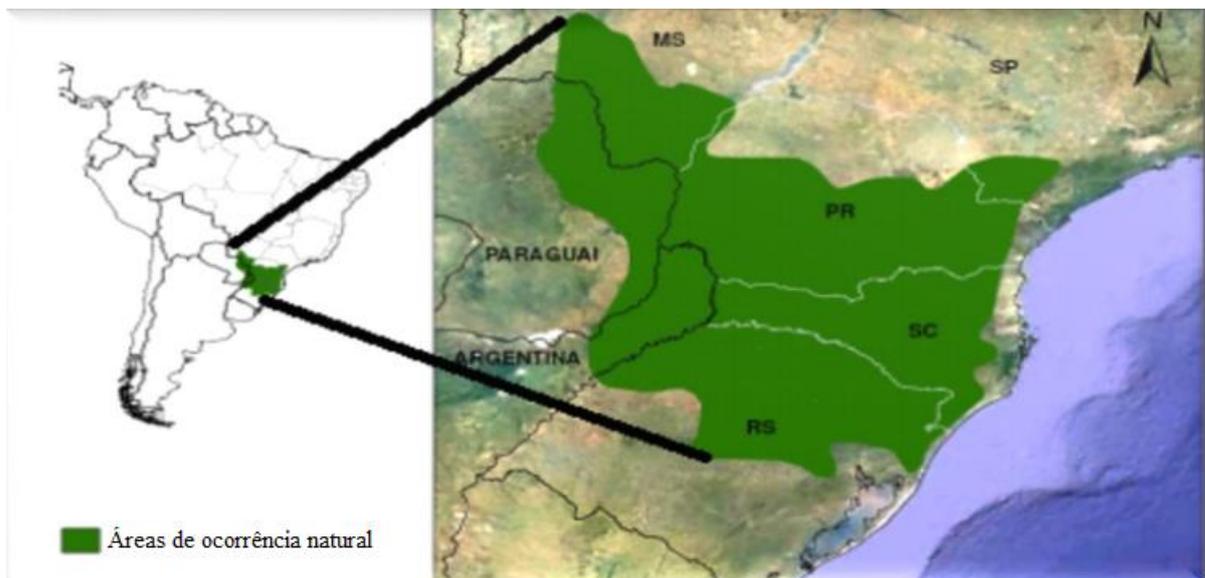
A planta apresenta boa adaptação em altitudes variando entre 500m a 1500m acima do nível do mar. Logo, também se adaptam bem a temperaturas entre 15° a 18°C, com geadas que podem ser frequentes ou pouco frequentes, variando de acordo com a altitude. Pode-se observar na Figura 1 o mapa de ocorrência natural da erva-mate no sul da América do Sul (MEDRADO *et al.*, 2000a).

Em geral solos que apresentam textura argilosa, uma boa capacidade de drenagem e boa profundidade são considerados solos ideais para o plantio de erva-mate, entretanto a planta é

oriunda de solos com baixa fertilidade, ácidos e com presença de alumínio. Por ser uma planta considerada rústica a erva-mate quando conduzida com altos teores de macro nutrientes se desenvolve bem em quase todas as situações, inclusive em solos rasos onde a principal dificuldade está relacionada aos períodos de déficit hídrico, a restrição se encontra em solos com textura arenosa ou solos altamente encharcados (MEDRADO *et al.*, 2000a).

Práticas de manejo de solo e água, como plantio em nível ou mesmo manutenção da cobertura do solo podem ser adotadas visando uma contribuição com o ecossistema. Essas práticas também podem proporcionar uma maior abrangência de plantio em tipos de solos distintos (GOULART; PENTEADO, 2019).

Figura 1 - Mapa de ocorrência natural da espécie *Ilex paraguariensis* no sul da América do Sul.



Fonte: Adaptado de Pires *et al.* 2016

2.4 SISTEMAS DE CULTIVO DE ERVA-MATE

Por ser uma cultura perene e permanente, a implantação da erva-mate deve ser levada, como critério rigoroso, especialmente nos primeiros anos de estabelecimento da cultura (MEDRADO *et al.*, 2000a). Esses são os mais importantes para o seu desenvolvimento. Contudo, é a etapa com maior parte dos custos (MEDRADO *et al.*, 2000a). Para que se tenha um retorno econômico viável, agredindo o mínimo possível a paisagem natural são necessárias várias práticas de manejo do solo e da água. Sem tais, a produtividade e a resiliência do sistema serão comprometidas (MEDRADO *et al.*, 2000a). Dependendo do sistema de cultivo em que a

erva-mate está inserida, há uma mudança em vários quesitos de manejo, como por exemplo, adubação, podas, espaçamento para plantio entre outros fatores (GOULART; PENTEADO, 2019).

A erva-mate pode ser cultivada em sistema chamado pleno sol ou solteira, nesse sistema as plantas são conduzidas sem forma alguma de sombreamento (GOULART; PENTEADO, 2019). Uma densidade de plantas superior a 2.500 por hectare, não é aconselhada para esse tipo de sistema, o que afetará o crescimento e desenvolvimento da planta, principalmente por competição entre plantas. O espaçamento para plantio mais indicado para o sistema de cultivo em sol pleno seria de 3m x 1,5m ou 3m x 2m, com 1.900 plantas por hectare e 1.666 plantas por hectare respectivamente (GOULART; PENTEADO, 2019).

Outro tipo de condução é no sistema agroflorestal, com cultivos agrícolas e com espécies arbóreas. O sistema consiste em um cultivo concomitante entre espécies florestais e espécies agrícolas (GOULART; PENTEADO, 2019). A erva-mate pode ser consorciada com espécies agrícolas como feijão, milho, soja, pastagens, forrageiras e também o trigo (GOULART; PENTEADO, 2019).

O espaçamento de plantio da erva-mate é relacionada diretamente com o nível tecnológico do produtor. O espaçamento entre plantas deve ser em função da largura do maior implemento do produtor, para que práticas culturais como semeadura, colheita e também roçadas sejam feitas sem prejudicar as plantas de erva-mate (MEDRADO; STURION, 2014). O espaçamento comumente utilizado no sistema agroflorestal agrícola, é de 4m x 2m (1.250 plantas por ha), podendo ser adaptado em relação ao nível de mecanização do produtor. Para a cultura do milho (*Zea mays*), quando cultivado na entre linha do sistema deve ser semeado a uma densidade de cinco plantas por metro linear (MEDRADO, STURION, 2014). Para cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris L.*), deve ser semeado com uma densidade de aproximadamente dez plantas por metro linear, sendo que a cultura do feijão deve ser espaçadas entre linhas em 60 cm e devem estar afastadas da linha de plantio da erva-mate (GOULART; PENTEADO, 2019).

O sistema agroflorestal com espécies arbóreas visa deixar o ambiente mais próximo possível de uma floresta nativa, com a função de fixação de carbono, água, e também a criação de um microclima favorável para o desenvolvimento das espécies (GOULART; PENTEADO, 2019). Devem ser usadas nesse tipo de sistema apenas espécies nativas, sendo que essas espécies devem ser escolhidas de forma que se mostrem com período de longevidade semelhante ou igual ao período de podas de colheita da erva-mate. Espécies caducifólias são as mais utilizadas, pois perdem suas folhas na época de outono e inverno permitindo a entrada de

maior intensidade de luz solar no erval, logo a ciclagem da biomassa acumulada (BAGGIO *et al.*, 2011). Pode-se citar algumas espécies como *Araucaria angustifolia* e também a *Tabebuia alba*. Ademais, algumas espécies madeireiras ou frutíferas que além do benefício da arborização, também podem ser uma fonte de renda extra para o produtor. O manejo também é necessário nas espécies florestais de arborização, como um manejo de copa, afim de evitar um sombreamento excessivo (BAGGIO *et al.*, 2011) que não deve exceder 75-80% (MAZUCHOWSKI; SILVA; MACCARI JUNIOR, 2007; ROSSA *et al.*, 017). O espaçamento das plantas nesse sistema de consorcio devem ser de 4m x 2m para as plantas de erva-mate e 10m x 10m para as espécies de arborização (GOULART; PENTEADO, 2019).

Existe outro tipo de sistema de condução em que se utiliza da técnica de otimização de um sistema florestal natural, esse sistema, denomina-se Adensamento (GOULART; PENTEADO, 2019). Em uma área de mata nativa, onde possam existir clareiras, mudas de erva-mate são plantadas a fim de simular um sistema natural (BAGGIO *et al.*, 2008). Essa técnica visa manter uma forma alternativa de renda na área de mata nativa, possibilitando que locais considerados “improdutivos” aumentem sua rentabilidade por unidade de área (BAGGIO *et al.*, 2008). Uma vez que conduzida em mata nativa, o nível de sombreamento é mais significativo e fisiologicamente, a planta tende a crescer mais em altura, desenvolvendo poucos ramos laterais. Sendo assim práticas de manejo na floresta influenciam diretamente no sistema adensado. Para o plantio em sistemas de adensamento não se tem uma uniformidade quanto a espaçamento, mas as mudas podem ser plantadas de forma regular em 2,25m x 1,5m (2.960 plantas por ha). Antes do plantio das mudas no sistema adensado, deve-se realizar a poda de renovação ou rebaixamento nas plantas nativas do sistema, essa pratica consiste em renovar as plantas do ponto de vista fisiológico. Quando a planta de erva-mate adquire uma idade mais avançada, cerca de 70% do seu tronco acaba sendo improdutivo, sendo assim essa pratica facilitaria a colheita nas safras subsequentes e também potencializa a produção de folhas nas plantas (GOULART; PENTEADO, 2019).

2.5 SISTEMAS AGROFLORESTAIS COMO ESTRATÉGIA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA

Os sistemas agroflorestais (SAFs) são uma forma de consorcio entre espécies, essa pratica permite que haja maior interação ecológica entre os indivíduos do sistema. Esse fato corrobora com o estabelecimento de características mais próximas possíveis de ecossistemas naturais, contudo observou-se que esse tipo de sistema poderia ser também utilizado como

estratégia para recuperação de áreas degradadas. Nesse contexto as áreas de SAFs acabam trazendo à tona características eminentes de um ambiente natural, pois acaba reestabelecendo processos ecológicos bem com funções do ecossistema (MICCOLIS *et al.*, 2016).

Toda propriedade rural deve apresentar Áreas de Preservação Permanente (APP) e também Áreas de Reserva Legal (RL), contudo essa área muitas vezes acaba sendo deixada de forma “protegida” sem manejo ou mesmo qualquer ação do ser humano (MICCOLIS *et al.*, 2016).

Contudo essas áreas de RL podem ser manejadas, além disso esse manejo pode ser benéfico para o ambiente onde as funções ecológicas podem ser potencializados. Dessa forma a estratégia de uso de sistemas agroflorestais em áreas RL acabam sendo uma alternativa para o cultivo de espécies madeireiras, frutíferas e até mesmo agrícolas. De outra ótica pode-se estabelecer o uso de SAF para a composição de áreas de APP, desde que esteja de acordo com a lei 12.651/12, artigo 3º, inciso II onde entende-se por APP:

(...) “II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas”. (...) (BRASIL, 2012)

Atualmente, segundo dados do CAR existe a necessidade de recuperação de 21 milhões de hectares na Mata Atlântica, dos quais 78% são áreas de Reserva Legal e 22% Áreas de Preservação Permanente (SOARES-FILHO *et al.*, 2014).

2.6 INFLUÊNCIA DA COBERTURA DO DOSSEL

A planta de erva-mate assim como outras plantas sofrem alterações tanto em crescimento quanto desenvolvimento quando são cultivadas em diferentes intensidades de luz (SUERTEGARAY, 2002; CARON, 2014a). A cobertura do dossel de plantas em um sistema agroflorestal ou em mata nativa estão intimamente relacionados com a incidência de radiação solar sob as plantas (SUERTEGARAY, 2002).

A variável luz é importante não apenas pela contribuição com a radiação ativa para a fotossíntese, mas também é responsável por sinais que regulam o desenvolvimento de alguns órgãos e estruturas como os estômatos. A luz é responsável por ativar ou desativar receptores no interior das células que por sua vez são responsivos a diferentes intensidades luminosas (MAZUCHOWSKI, 2007; SUERTEGARAY, 2002; CARON, 2014a).

Segundo Carvalho (2003) a erva-mate é considerada uma planta de ambiente sub-bosque, em tese essa aceitará parcialmente o sombreamento em diferentes fases de seu ciclo, tolerando maiores intensidades luminosas quando em sua fase adulta. Isso se deve principalmente ao fato de que a planta de erva-mate apresenta um mecanismo relevante de adaptação para crescimento sombreada, a chamada Shade Avoid Syndrome (SAS) ou Síndrome do Escape ao Sombreamento (MAZUCHOWSKI, 2007).

Em relação a área de superfície foliar a luminosidade também é um fator estimulante uma vez que quando a planta é submetida a níveis mais altos de sombreamento as folhas tendem a ter uma maior área superficial e também um maior número de estômatos. Esse fato pode ser explicado, pois quando o fator luz começa a diminuir, a planta tende a compensar a falta de luz com folhas maiores, para que tenha uma maior área de interceptação de radiação. MAZUCHOWSKI, 2007; CARON, 2014a).

Outro fator que tem grande influência da luminosidade é a composição das folhas, uma vez que o produto a ser consumido são as folhas, sua composição pode ser um fator limitante para a cadeia produtiva da espécie. Segundo Zerbielli (2016) nota-se uma diferença significativa na concentração de cafeína, composto utilizado principalmente na fabricação de bebidas energéticas. Outros nutrientes como Potássio, Enxofre e Alumínio também sofrem alterações tanto na planta como no solo em que a erva-mate está sendo cultivada devido a fatores relacionados a luminosidade (ZERBIELLI, 2016).

2.7 SISTEMAS DE PODA DA ERVA-MATE

Uma vez que a realização da colheita da erva-mate é feita através da poda, existem diferentes tipos de poda com diferentes finalidades para que a planta adquira uma arquitetura ideal para a fase de produção (MEDRADO *et al.*, 2000b).

A poda de formação é a primeira realizada depois de ser plantada a campo, quando a muda atinge 2 anos após implantação. Devido a dominância apical muito acentuada, esse tipo de poda tem a finalidade de quebrar essa dominância, afim de induzir a formação de ramos laterais. Estes posteriormente, irão equilibrar a copa favorecendo a produção foliar. Esta prática também pode ser chamada de desponte, e deve ser realizada entre os meses de agosto e setembro ou fevereiro e março, desde que essas já tenham atingido um estágio de desenvolvimento adequado para poda de formação (MEDRADO *et al.*, 2000b).

Outro tipo de poda é a chamada poda de produção ou poda racional (GOULART; PENTEADO, 2017). Esta poda é feita em duas etapas, primeiramente nos meses de maio e abril

são retirados manualmente, os ramos mais finos, evitando deixar partes basais do ramo. Já entre os meses de Agosto e Outubro faz-se a segunda etapa da poda, onde os ramos com características mais suberizadas (casca cinza) são podados. Recomenda-se deixar uma porção basal de aproximadamente 10 a 15 cm. O corte deve ser feito com o auxílio de serrotes, onde quebras e lascas devem ser evitadas. Os ramos que estejam com o ângulo de inserção mais aberto, ou seja, que estão direcionados para a lateral da planta devem ser mantidos para que sejam podados na próxima safra. Aconselha-se deixar pelo menos 20% de folhas remanescentes para que a planta tenha um suporte de fotossíntese para a brotação. Nunca se recomenda a retirada de 100% das folhas da planta na poda de produção (GOULART; PENTEADO, 2017).

A má condução e manejo das plantas da espécie levam a deformações na arquitetura da planta, causando muitas vezes, quedas drásticas na produção (GOULART; PENTEADO, 2017). Opta-se então, por um tipo de poda chamada poda de renovação ou rebaixamento (GOULART; PENTEADO, 2017) que consiste no corte do tronco da erva na parte basal até no máximo, 1m de altura. O corte deve ser feito nos meses de agosto e setembro, após o período de geadas e estiagem. Algumas recomendações como, não fazer a colheita no ano seguinte a prática de decepta ou o eficiente controle de pragas, doenças e plantas espontâneas também deve ser promovido (GOULART; PENTEADO, 2019). É recomendada também uma adubação a partir das análises de solo.

Outro fator relacionado as podas é a arquitetura de planta, uma vez que ervais mal conduzidos estão com carência de mão de obra devido a uma dificuldade eminente no momento da colheita da planta, dessa forma a boa condução de arquitetura vem sendo uma pratica determinante para a manutenção dos produtores nos sistemas produtivos atuais, seja esse sistema extrativista ou mesmo sistemas sob cultivo (MEDRADO *et al.*, 2000b).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E HISTORICO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento executado no Sistema Agroflorestal da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus de Curitibanos, localizado na Trilha do Pessegueirinho, S 27°17'12'', W 050° 31' 53'' (Figura 2). A área vem sendo recuperada desde 2012, sendo que anteriormente a área era utilizada com o cultivo de Pinus (*Pinus elliottii*). O enriquecimento da área se deu inicialmente com o plantio de espécies como *Araucaria angustifolia*, *Mimosa scabrella* entre outras nativas. Desde então vem-se aprimorando o sistema com o plantio de outras espécies de interesse e hoje conta com uma área total de aproximadamente 4500m², onde são cultivadas espécies florestais (*Ilex paraguariensis*, *Araucaria angustifolia*, *Mimosa scabrella*, canelas e aroeiras), frutíferas (*Eugenia uniflora* L., *Feijoa sellowiana*, *Psidium cattleianum*, *Campomanesia xanthocarpa*), medicinais (*Maytenus ilicifolia*) e agrícolas, um croqui da área experimental pode ser observado na Figura 3. O solo Segundo Embrapa (2018) é o Cambissolo Húmico Alumínico muito argiloso, sendo que todas as atividades desenvolvidas no sistema tem base agroecológica, evitando o revolvimento do solo, sem o uso de fertilizantes químicos de alta solubilidade ou defensivos agrícolas convencionais.

Durante o período do experimento foram realizadas diversas práticas de manejos na área de estudo. Em fevereiro de 2019 foi realizado o coroamento das plantas de erva-mate, bem como adubação orgânica conforme recomendado por Goulart e Penteado (2019).

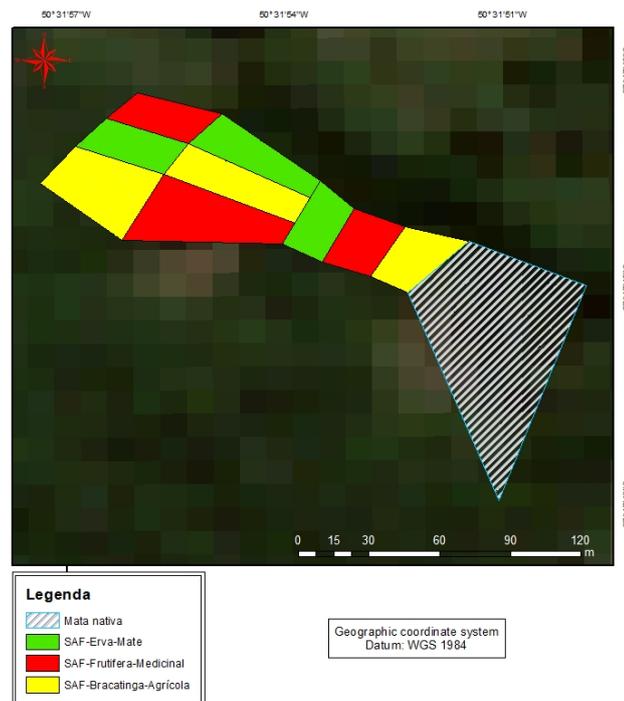
Em Setembro de 2019 foram realizadas as podas de formação e consequentemente a colheita da erva-mate, onde seguiram-se recomendações de Goulart e Penteado (2019). Em Dezembro de 2019 foram realizados novamente as práticas de adubação orgânica seguindo as recomendações, onde foram aplicados no total no ano de 2019 uma taxa de 2400 kg ha⁻¹ do FERTILIZANTE ORGÂNICO SIMPLES CLASSE “A”, TERRAPLANT®. No ano de 2019 fez-se uma prática de adensamento, ou seja, plantio de mudas de erva-mate a fim de aumentar a densidade populacional da espécie no sistema.

Figura 2 - Localização da área experimental com Sistema Agroflorestal (SAF) nas dependências da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, SC.



Fonte: Google Earth, 2021.

Figura 3 - Esquema da distribuição espacial dos blocos no Sistema Agroflorestal (SAF) da trilha do Pessegueirinho no Campus da UFSC, Curitibanos, SC.



Fonte: Adaptado de Medeiros, 2021.

3.2 AVALIAÇÕES DE MANEJO DE PODA E DENSIDADE DE COBERTURA

As áreas que compõem o sistema agroflorestal são subdivididas em blocos com 500m², sendo um total de 9 blocos (4500m²). Desses, 3 blocos tem como principal constituinte do sistema plantas de erva-mate, além de outras espécies florestais que compõem a cobertura desse sistema. Dentre as principais avaliações realizadas no decorrer do estudo, foram avaliadas questões relacionadas a manejo de podas e também densidade de cobertura do sistema.

Para avaliação de manejo de podas e constituintes gerais do experimento, utilizou-se do software desenvolvido pela EMBRAPA, denominado Manejo-Matte®, esse software é de livre acesso e está disponível na Google Play para download. As avaliações são realizadas respondendo um questionário, com questões e respostas pré-definidas. As questões do software são acerca de diversos aspectos do sistema produtivo desde a implantação, manejo e condução e colheita do erval. Já para avaliações de densidade de cobertura de dossel, a metodologia utilizada foi a proposta por Werneck *et al.* (2004).

A avaliação do manejo de podas foi feita em duas etapas distintas, sendo uma realizada em Outubro de 2019, que consistiu em estabelecer uma prévia de como estava o manejo. E a outra avaliação realizada em Março de 2021 afim de destacar uma possível diferença no relatório emitido pelo software.

O software utiliza de dados que o próprio operador alimenta acerca das condições da área de cultivo, como dados de implantação, adubação, manejo e produção do erval. Por fim um relatório é emitido e junto a esse um gráfico que pontua aspectos relacionados ao manejo da área em questão. Os dois relatórios emitidos tiveram a finalidade de comparar a mesma área, contudo o primeiro relatório emitido em 2019 seria referente ao erval sem práticas de manejo de poda de formação. Já no relatório emitido em 2021, foi responsável por informar as questões posteriores ao manejo de poda de formação e também colheita, que ocorreu em março de 2021. Em síntese os relatórios serviram para comparar a mesma área em momentos diferentes, com práticas de manejo diferentes.

A avaliação de densidade de cobertura do dossel foi realizada pois acreditava-se que os blocos teriam valores de densidade contrastantes. Para tal pratica com o auxílio de um Densímetro Esférico Convexo de Lemmon e a metodologia adaptada proposta por Wernerck *et al.* (2004) foram avaliadas em porcentagem a cobertura do dossel do SAF, na Figura 4 é possível observar a realização do processo de avaliação de cobertura.

O densiômetro, que pode ser observado na Figura 5, consiste em uma peça de metal espelhada quadriculado, dividido em 24 partes, onde é capaz de refletir a luz em um ângulo de aproximadamente 180° que contém também uma bolha para nivelamento. O aparelho indica a imagem do dossel refletida na placa em cada um das 24 partes, que deve ser novamente dividida em 4 partes, formando de forma abstrata 96 parte. A avaliação é feita a partir da contagem de quantas dessas partes estão com a cobertura do dossel refletida então após essa contagem utiliza-se de expressões matemáticas para a obtenção da porcentagem de cobertura do dossel. A fórmula para se obter o valor de porcentagem é calculada através da expressão:

$$\text{Cobertura do Dossel(\%)} = \text{Valor refletido} * 1,04$$

Para a obtenção do *Valor Refletido* procedeu-se uma contagem das partes sombreadas no densiômetro, vale salientar que essa avaliação foi realizada nos 4 pontos cardeais (Norte, Sul, Leste, Oeste) em 6 pontos aleatórios de cada bloco de 500m². A avaliação é feita com auxílio de uma bússola onde o densiômetro foi posicionado a altura do cotovelo sendo que esse foi nivelado no momento da avaliação. Os pontos então foram somados, divididos por 4, uma vez que cada um dos pontos foi abstratamente dividido em 4 partes, obtendo-se então o *Valor refletido*. Já o 1,04 é um fator de correção utilizado para que o índice de cobertura se aproxime o máximo do valor real em porcentagem. Os valores então são multiplicados obtendo-se a cobertura do dossel (WERNECK *et al.*, 2004).

Figura 4 - Avaliação de dossel de cobertura do Sistema Agroflorestal (SAF) utilizando Densiômetro Esférico Convexo de Lemmon.



Fonte: Autor, 2021

Figura 5 - Densiômetro Esférico Convexo de Lemmon, utilizado para cálculo de densidade de cobertura de dossel.



Fonte: Autor, 2021

3.3 PRÁTICAS DE MANEJO DE PODA E COLHEITA

As plantas de erva-mate que compõem o sistema não foram manejadas com práticas de poda de formação ou colheita desde o momento de implantação do sistema agroflorestal, dessa forma as plantas cresceram de forma natural em relação a arquitetura e manejo durante 7 anos.

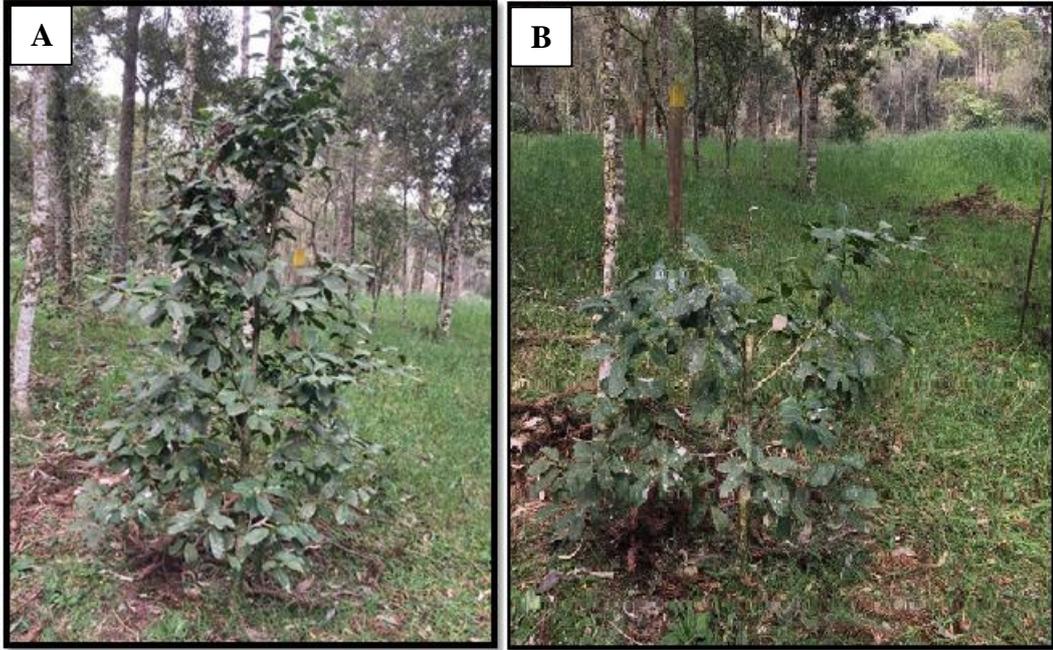
No mês de outubro de 2019 foi realizada a poda de formação para toda a área do experimento, e também a colheita da erva-mate, essa pratica foi realizada com auxílio de podão e motosserra, a erva-mate já colhida foi posteriormente ensacada e pesada. Depois de aproximadamente 18 meses no ano de 2021 foi realizada uma nova colheita na mesma área, sob as mesmas condições no ponto de vista operacional dessa vez com as plantas já com a pratica de poda de formação realizada.

A poda de formação foi realizada segundo Goulart e Penteadó (2019) sendo fundamental para a quebra da dominância apical da planta, que vai favorecer o aparecimento de ramos laterais ou perfilhos que vão equilibrar a copa da planta favorecendo questões de aeração, incidência de radiação solar entre outros.

A poda foi realizada em todos os indivíduos dos blocos, vale destacar que em função dos indivíduos não serem da mesma idade a poda de formação teve de ser adaptada para cada indivíduo, porém a finalidade de quebrar a dominância apical foi mantida. Alguns indivíduos por serem mais velhos, receberam a poda de rebaixamento com a finalidade de renovação da planta, o que acontece é que indivíduos mais velhos não apresentam a arquitetura desejada para a produção de folhas, a planta então recebe um corte raso com intuito de promover uma regeneração total. A poda realizada não foi exclusivamente para a colheita, contudo houve um grande volume massa verde (que foram contabilizados) tendo em vista que as plantas nunca tinham sido manejadas no quesito podas.

Já em Março de 2021 foi realizada então a colheita da erva-mate, que foi realizada segundo o sugerido por Goulart e Penteadó (2019) com auxílio de podão. A erva-mate colhida então foi acondicionada em sacos para posterior pesagem, na Figura 6 e 7 é possível observar a comparação de duas plantas anterior e posterior a poda de formação, e realização da poda de colheita, respectivamente.

Figura 6 - Plantas de *Ilex paraguariensis* (erva-mate) em Sistema Agroflorestal (SAF) anterior (A) e posteriormente (B) a poda de formação, Curitibaanos, 2019.



Fonte: Autor, 2019

Figura 7 - Plantas de *Ilex paraguariensis* (erva-mate) em Sistema Agroflorestal (SAF) anterior (A) e posteriormente (B) a poda de colheita, Curitibaanos, 2021



Fonte: Autor, 2021

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICAS

Para a análise dos dados foram utilizados a estatística descritiva, correlação entre as variáveis e Análise de Variância (ANOVA) seguido do teste Tukey ou teste T de Student para a comparação de médias, ao nível de significância de 95% (OLIVEIRA, 2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 traz a caracterização da densidade de cobertura do dossel bem como a luminosidade dos 3 blocos de erva-mate no SAF analisado em fevereiro de 2021.

Tabela 1 - Densidade de cobertura e luminosidade nos blocos de *Ilex paraguariensis* (erva-mate) em Sistema Agroflorestal (SAF). Curitiba, SC, 2021.

	Densidade de Cobertura de Dossel	Luminosidade
	(%)	(%)
Bloco 1	72,41a	27,59a
Bloco 2	75,75a	24,25a
Bloco 3	53,21b	46,79b
Média	67,15	32,85

*Colunas seguidas de letras diferentes são estatisticamente diferentes segundo Análise de Variância(ANOVA) seguido de teste Tukey, considerando significativo quando $p < 0,05$.

Diversos trabalhos têm demonstrado que a luminosidade ideal, em sistemas sombreados, para a produção de erva-mate é entre 30 e 50% (MAZUCHOWSKI; SILVA; MACCARI JUNIOR, 2007; ROSSA *et al.*, 2017). Essa constatação, reforça a necessidade de práticas de manejo (Poda) em SAF, não somente para a erva, mas também das espécies estruturantes, presentes no dossel (MEDRADO *et al.*, 2002; GOULART; PENTEADO, 2019).

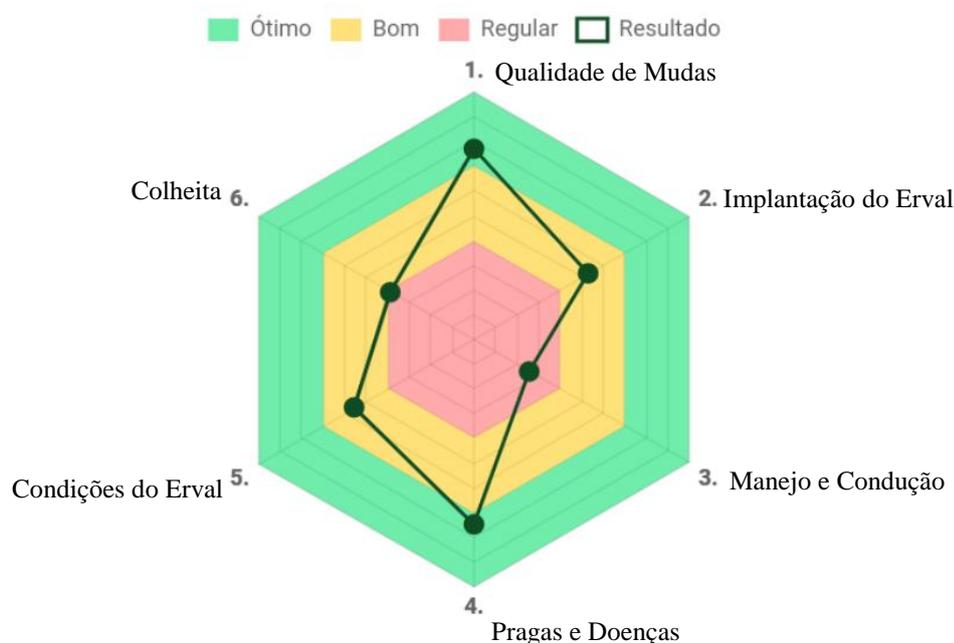
O relatório emitido pelo software Manejo-Matte discute questões relacionadas principalmente a aspectos do erval, como manejo e condução, qualidade de mudas, implantação do erval, pragas e doenças, condições do erval e colheita. Contudo o foco do presente trabalho está em comparar principalmente os aspectos de manejo e condução, condições do erval e colheita. Foi então no ano de 2019 após a poda de formação emitido um relatório para que esses aspectos pudessem ser observados, o gráfico do relatório pode ser observado na Figura 8. Pode-se concluir através desse relatório inicial que os aspectos de manejo e condução e também colheita se enquadravam como “Regular”, sendo que hexágono se apresentava mais interno no gráfico. Essas condições podem ser explicadas devido à falta de um manejo de podas de formação adequado, tendo em vista que o erval estava sendo conduzido de maneira natural, o que corrobora com Medrado *et al.* (2000b) que observa que plantas de erva-mate quando não conduzida de maneira correta em manejo relacionados a poda, terá um atraso significativo

quando comparado a ervais experimentais conduzidos de maneira correta. Outro fator que pode ser considerado é que o erval em questão está em fase de desenvolvimento em um sistema agroflorestal considerado recém implantado. Os aspectos relacionados a condição do erval, estavam classificados como “Bom” pelo software caracterizado na faixa amarela do gráfico, contudo essa classificação também pode ser explicada em partes pelos motivos citados acima. O fator luz acaba sendo uma variável de grande influência no sistema produtivo da grande maioria das espécies, principalmente em sistemas de produção de plantas que tem grande parte de seu ciclo da forma sombreada. Ferreira *et al.* (1994) e Vieira *et al.* (2003) e Mazuchowski, Silva e Maccari Junior (2007) destacam que a planta de erva-mate quando inserida em certos níveis de sombreamento tem seu crescimento e desenvolvimento potencializados. Ocorre que nesse tipo de situação, cria-se um ambiente onde as condições microclimáticas favorecem o cultivo da espécie quando comparadas a ervais de sol pleno. Além disso teores de compostos interessantes do ponto de vista industrial especialmente vinculados ao sabor, sendo que Rachwal *et al.* (2000) e Caron *et al.* (2014b) observaram que o fator luminosidade está intimamente relacionado a essas características. Na tabela 2 pode ser observado os parâmetros de avaliação do software.

Tabela 2 - Parâmetros de avaliação do software Manejo-Matte®

Parâmetro de Avaliação
1. Qualidade de Mudanças
2. Implantação do Eral
3. Manejo e Condução
4. Pragas e Doenças
5. Condições do Eral
6. Colheita

Figura 8 - Relatório emitido pelo software Manejo-Matte®, referente a condições do erval em Sistema Agroflorestal (SAF) anteriormente a condução de poda de formação. Curitiba, SC, 2019.



Posteriormente a colheita no ano de 2021 um novo relatório foi emitido pelo software afim de comparar como ficaram as condições do erval após os manejos de poda de formação, adubações e também colheita (Figura 9). O que pode-se concluir é que os mesmos aspectos analisados no ano de 2019 tiveram um incremento significativo. Para o parâmetro 3, manejo e condução o resultado foi de “Regular” para “Bom”, sendo que essa evolução se deu principalmente pela questão referente ao manejo de podas de formação e adubações em épocas corretas. Já o parâmetro 5 refere-se as condições em que o erval se encontra, tendo em vista que alguns dos indivíduos do sistema já estavam em condições de necessidade de uma poda de rebaixamento assim para uma renovação biológica da planta. Quando uma planta de erva-mate acaba atingindo uma idade mais avançada tem a produção de folhas comprometida, onde aproximadamente 70% da planta não tem galhos (MEDRADO *et al.*, 2002). Esse fato acaba prevendo a necessidade de uma poda de rebaixamento (GOULART; PENTEADO, 2019; MEDRADO *et al.*, 2000a) para que a arquitetura da planta seja reestabelecida, dessa forma a poda foi realizada o que corroborou a evolução nesse parâmetro, da classificação “Bom” para “Ótimo”. O parâmetro 6 também vale ser destacado uma vez que teve uma evolução na classificação, sendo que essa passou de “Regular” para “Bom”. Esse parâmetro refere-se a questões relacionadas a colheita, onde o atributo dentro desse quesito que mais se desenvolveu

foi a questão de produtividade. A poda de formação foi realizada em outubro de 2019, sendo assim o excedente de biomassa foi contabilizado como produtividade. Contudo essa prática de poda de formação, tem um viés muito mais fisiológico, uma vez que a finalidade é melhorar as condições de arquitetura da planta e não produção de folhas. Partindo desse ponto para a emissão do relatório do software, o mesmo questiona apenas produtividade do erval, que no caso do ano de 2019 foram contabilizados para esse quesito apenas o excedente da poda de formação. Esse valor foi bastante significativo para esse momento pois o erval nunca tinha sido manejado. Já no ano de 2021 os dados para a alimentação do software foram provenientes da poda de colheita, apesar disso foi o suficiente para haver uma evolução no parâmetro, esse passou de “Regular” para “Bom”.

Figura 9 - Relatório emitido pelo software Manejo-Matte®, referente a condições do erval em Sistema Agroflorestal (SAF) posteriormente a condução de poda de formação e colheita. Curitiba, SC, 2021.



Na Tabela 3 está representado os valores de população de plantas (densidade), bem como produtividade encontrada em cada um dos 3 blocos após a poda de formação em outubro de 2019. De maneira geral o que pode-se considerar é que os dados contidos na Tabela 3, no ano de 2019, representam um período de no mínimo 7 anos sem práticas de colheita, sendo assim há também indivíduos que são remanescentes nativos da área.

Tabela 3 - Densidade e produtividade de *Ilex paraguariensis* (erva-mate) em Sistema Agroflorestal (SAF) nos anos de 2019 e 2021. Curitiba, SC

	Densidade (Plantas ha ⁻¹)		Produtividade (kg ha ⁻¹)	
	2019	2021	2019	2021
Bloco 1	520a	680a	660a	1070b
Bloco 2	500a	560a	672a	1226b
Bloco 3	600a	620a	462a	1086b
Média	540Aa	620Aa	620Aa	1127Bb

*Medias nas colunas seguidas de letras minúsculas iguais são estatisticamente iguais segundo Análise de Variância (ANOVA) a 95% de confiança, sendo que medias nas linhas seguidas de letras maiúsculas diferentes são estatisticamente diferentes segundo teste T de Student a 95% de nível de confiança.

Referente a produtividade, no ano de 2019 para o ano de 2021 aumentou significativamente, contudo isso pode ser explicado devido a diversos fatores durante o período. Inicialmente no ano de 2019 contou-se segundo Goulart e Penteado (2019) que a densidade populacional estava abaixo do indicado, prevendo um valor próximo a 1.250 plantas ha⁻¹. Esse é um aspecto que não necessariamente precisava ser corrigido, devido esse ser um SAF bastante diverso. Porém fez-se o plantio de mudas de erva-mate como prática de adensamento. Ramos *et al.* (2016) cita que a população tem uma relação direta com a produtividade, sendo assim a prática de adensamento foi uma tentativa de aumentar a densidade populacional, contudo a diferença de densidade não foi significativa entre os anos de 2019 e 2021. Outro fator a ser observado é que no ano de 2019 é que foi realizada a poda de formação no erval, prática que segundo Medrado *et al.* (2000b) não pode ser prorrogada pois tem impactos diretos na produtividade. Já no ano de 2021 foi realizada a poda de colheita que consiste na retirada de praticamente todas as partes vegetativas da planta, sendo que deve ser deixado um remanescente de aproximadamente 20% para que a planta tenha um aporte fotossintético para posterior brotação. Esse fato pode explicar o incremento na produtividade, uma vez que nessa etapa da poda foram contabilizados, para produtividade, toda a massa fresca da planta que seria destinada a indústria (MEDRADO *et al.*, 2000b). No entanto vale o destacar que o SAF do presente estudo ainda é bastante jovem e uma vez que a fonte de renda está aliada a produção de folhas e a produtividade acaba sendo uma alternativa fonte de renda, Palma *et al.* (2020) também reforça a viabilidade em sistemas agroflorestais que ainda não atingiram a maturidade.

Aspectos relacionados a produtividade foram também destacados por Vieira *et al.* (2003), que constatou que o microclima gerado pelo sombreamento está intimamente relacionado a produção de massa verde, o que acaba de certa forma evidenciando a interação entre os vários fatores pontuados no presente trabalho. Relacionando produtividade e luminosidade Mazuchowski, Silva e Maccari Junior (2007) pontuou um incremento na produção de massa verde quando ervais estão sendo conduzidos com tratamentos de 30% a 50% de luminosidade, o que também foi observado por Borges *et al.* (2019).

Percebe-se que a principal forma de exploração da erva é através das folhas. Porém, a falta de um aporte tecnológico, pesquisas e também incentivos governamentais, faz com que a produção em ervais comerciais seja muito abaixo de ervais experimentais. Isto se deve ao fato, principalmente, do *deficit* de tecnologias empregadas à cultura, como soja e milho (GOULART; PENTEADO, 2019). No entanto vale salientar que o cultivo de erva-mate em áreas de APP e RL acabam sendo uma via de produção para áreas que seriam marginalizadas apenas para efeitos legislativos, como composição física de APP e RL. Além de uma possível renda a partir desses cultivos, os SAFs ainda melhoram as características físicas, químicas e biológicas do solo (DUARTE, 2007). Sendo assim acabam sendo uma forma de recuperar áreas degradadas que auxiliam também na disponibilização de nutrientes que estão retidos nos horizontes mais profundos do solo. Essas espécies de grande porte acabam sendo uma “bomba” de nutrientes por apresentarem um sistema radicular mais robusto, o que através da ciclagem de nutrientes trará um aporte de matéria orgânica e nutrientes para as camadas superiores (SAHA *et al.*, 2010). Além disso iniciativas de SAFs espalhadas pelo mundo apresentam respostas positivas em função de recuperar as áreas degradadas (EUROPEAN COMMISSION, 2019 apud PALMA *et al.*, 2020; SMITH; MBOW, 2014; VERMEULEN *et al.*, 2012 e LUEDELING *et al.*, 2011), onde acabam retirando o máximo proveito de interações ecológicas positivas dentro do sistema produtivo, observando que o produto final seja algo além de apenas um aporte financeiro, além disso diminuindo o risco de colheitas e dependência de insumos químicos externos (FAO, 2013 apud Palma *et al.*, 2020).

5 CONCLUSÃO

A partir dos resultados conclui-se que o manejo de podas tanto em indivíduos de erva-mate é fundamental, tendo em vista que esses fatores estão diretamente relacionados a incidência de luz nas plantas o que interfere de forma significativa a produtividade do erval. Há a possibilidade de adensamento, aumentando assim a densidade de plantas de erva do sistema, tendo em vista que a população está diretamente relacionada com a produtividade.

Constatou-se também que o manejo de podas de formação em plantas de erva-mate não deve ser prorrogado além de 2 anos depois da implantação, uma vez que afetará diretamente a arquitetura da planta, bem como a produção de folhas.

O software Manejo-Matte é uma importante ferramenta para acompanhamento do erval, sendo que diferentes formas de manejo foram significativas para o desenvolvimento das plantas segundo o software.

Os resultados desse trabalho reforçam que o cultivo de plantas de erva-mate em SAFs pode ser uma alternativa para fonte de renda para pequenos agricultores, uma vez que a espécie tem potencial de integrar estratégias para recuperação de áreas degradadas, especialmente para a composição de Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal, atendendo as exigências de regularização ambiental da propriedades rurais

REFERÊNCIAS

BAGGIO, Amilton José; MONTOYA VILCAHUAMAN, Luciano Javier; CORREA, Gabriel **Arborização da cultura da erva-mate: aspectos gerais, resultados experimentais e perspectivas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 24 p.

Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/314232/arborizacao-da-cultura-da-erva-mate-aspectos-gerais-resultados-experimentais-e-perspectivas>. Acesso em: 28 de ago. 2019.

BAGGIO, Amilton José; SOARES, Arnaldo de Oliveira.; FELIZARI, Selia Regina; RUFFATO, Altair. Produção do componente arbóreo no sistema agroflorestal da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) em Machadinho, RS. In: CONGRESO SUDAMERICANO DE LA YERBA MATE, 5., 2011, Posadas. **Actas**. Posadas: Instituto Nacional de la Yerba Mate, 2011. p. 105-110.

Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/35455/1/Producao-do-componente-arboreo.pdf>. Acesso em: 06 de Set. de 2019.

BORGES, Rafael *et al.* Efeito da cobertura do dossel no desenvolvimento e produção de compostos secundários de *Maytenus ilicifolia* e *Ilex paraguariensis* em sistemas agroflorestais. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 4, p. 1630-1643, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/32280>. Acesso em: 26 mar. 2021

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. 2012. **Diário Oficial da União, Brasília**, DF, Ano CXLIX, n. 102, 28 maio 2012. Seção 1, p.1. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm Acesso em: 16 mar. 2021

CARON, Braulio Otomar *et al.* Eficiência do uso da radiação solar por plantas *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. Cultivadas sob sombreamento e a pleno sol. **Ciênc. Florest.**, Santa Maria, v. 24, n. 2, p. 257-265, Jun. 2014a. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-50982014000200257&script=sci_arttext&tlng=pt#B34 Acesso em: 25 mar 2020

CARON, Braulio Otomar *et al.* Biomassa e acúmulo de nutrientes em *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. **Ciência Florestal**, Santa Maria v. 24, n. 2, p. 267-276, 2014b. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-50982014000200267&script=sci_arttext. Acesso em: 26 mar. 2021

CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Curitiba: EMBRAPA/CNP Florestas, 1994.

DASSIE, Carlos. Tereré e chimarrão carregam história, cultura e tradições. **Globo Rural**, 2016. Campo Grande, MS. Disponível em: <http://g1.globo.com/economia/agronegocios/globorural/noticia/2016/07/tererere-e-chimarrao-carregam-historia-cultura-e-tradicoes.html>. Acesso em: 09 set. 2019

DUARTE, Edivânia Maria Gourete. **Ciclagem de nutrientes por árvores em sistemas agroflorestais na Mata Atlântica**. 2007. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa. Disponível em: <https://orgprints.org/id/eprint/21742/>. Acesso em: 27 mar. 2021

Empresa Brasileira De Pesquisas Agropecuárias [EMBRAPA]. 2018. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/sibcs>. Acesso em: 22 mai. 2020

Empresa Brasileira De Pesquisas Agropecuárias [EMBRAPA]. 2010. **Cultivo da Erva-Mate: Importância socioeconômica e ambiental**. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/temas-publicados>. Acesso em: 19 mai. 2020

Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. 2018. **Faostat**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 19 mai. 2020

FOCHZATO, Carmen. Festa da Erva-Mate fortalece e impulsiona cadeia produtiva. **Portal RBJ**, 2018. Disponível em: <https://rbj.com.br/geral/festa-da-erva-mate-fortalece-e-impulsiona-a-cadeia-produtiva-0052.html>. Acesso em: 09 set. 2019

GOULART, Ives Clayton Gomes Reis; PENTEADO Joel Junior Ferreira. **Erva 20: sistema de produção para erva-mate**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 152 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1106677/erva-20-sistema-de-producao-para-erva-mate>. Acesso em: 23 de ago. 2019.

GOULART, Ives Clayton Gomes Reis; PENTEADO Joel Junior Ferreira. **Poda em erva-mate plantada**. Colombo: Embrapa Florestas, 2017. 28 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1080155>. Acesso em: 23 de ago. 2019.

GÖTSCH, Ernest. Importância dos SAF'S na recuperação de áreas degradadas. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4, 2002, Ilhéus, **Anais** [...] Ilhéus: CEPLAC/UESC, 2002. Disponível em: http://www.agrofloresta.net/static/artigos/importancia_safs_gotsch.pdf Acesso em: 28 ago. 2019

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE]. 2018a. **Produção da Extração Vegetal e Silvicultura – SIDRA/PESV**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/289>. Acesso em: 19 mai. 2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE]. 2018b. **Pesquisa Agrícola Municipal – SIDRA/PAM**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>. Acesso em: 19 mai. 2020

LUEDELING, Eike. *et al.* Carbon sequestration potential of agroforestry systems in Africa. *In*: CARBON SEQUESTRATION POTENTIAL OF AGROFORESTRY SYSTEMS. **Springer**, Dordrecht, 2011. p. 61-83. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-1630-8_4. Acesso em: 26 mar. 2021

MARTINS, Tatiana Parreiras; RANIERI, Victor Eduardo Lima. Sistemas agroflorestais como alternativa para as reservas legais. **Ambient. soc.**, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 79-96, Set. 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2014000300006&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 02 set. 2019.

MAZUCHOWSKI, Jorge Zbigniew; SILVA, Eduardo Teixeira da.; MACCARI JUNIOR, A. . Effect of light and nitrogen on the growth of *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 619-627, Ago. 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622007000400006. Acesso em: 26 mar. 2021

MEDRADO, Moacir Jose Sales *et al.* Recuperação de ervais degradados. **Embrapa Florestas-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2002. 6p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/314620/1/comtec86.pdf> Acesso em: 12 de mar. 2021

MEDRADO, Moacir Jose Sales.; LOURENÇO, Rival Salvador.; RODIGHIERI, Honorino Roque; DEDECEK, Renato Antonio; PHILIPOVSKI, João Felipe; CORREA, Gabriel. **Implantação de ervais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000a. 26 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/289923/1/circtec41.pdf>. Acesso em: 01 de set. 2019.

MEDRADO, Moacir José Sales, *et al.* **Sistemas de poda de formação e produtividade da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) no Município de Áurea, RS**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000b. 3 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/289930/sistemas-de-poda-de-formacao-e-produtividade-da-erva-mate-ilex-paraguariensis-st-hil-no-municipio-de-aurea-rs>. Acesso em: 29 de ago. 2019.

MICCOLIS, Andrew, *et al.* **Restauração Ecológica com Sistemas Agroflorestais: como conciliar conservação com Produção**: Opções para Cerrado e Caatinga. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza – ISPN/Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal – ICRAF, 2016. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1069767> Acesso em: 16 mar. 2021

OLIVEIRA, Andrea. Fróes. Galuci. Testes estatísticos para comparação de médias. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 5, n. 6, p. 777-788, 2008. Acesso em: http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/076V5N6P777_788_NOV2008_.pdf. Acesso em: 27 mar. 2021

PALMA, Viviane Helena. *et al.* Avaliação da eficiência de sistemas agroflorestais por meio de análises financeiras. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 5, n. 2, p. 203-213, 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/216185/1/LUCIANO-Avaliacao-da-eficiencia.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2021

RACHWAL, Marcos Fernando Gluck. *et al.* Influência da luminosidade sobre os teores de macronutrientes e tanino em folhas de Erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) *In*: II

CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 2.; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A

CULTURA DA ERVA-MATE, 2, 2000, Encantado. Resumos, Encantado, 2000. p. 225.

Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/302003/1/2000CongressoErvaMateInfluenciaLuminosidade.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2021

RAMOS, Roberto Luis Olinto. *et al.* Instituto brasileiro de geografia e estatística-IBGE.

Prod. agric. munic., Rio de Janeiro, v. 43, 2016. Disponível em:

https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam_2016_v43_br.pdf Acesso em: 08 fev. 2021

RIBASKI, Jorge.; INOUE, Mario Takao; DE LIMA FILHO, José Moacir Pinheiro. Influência da algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) Dc.) sobre alguns parâmetros ecofisiológicos e seus efeitos na qualidade de uma pastagem de capim-bufel (*Cenchrus ciliaris* L.), na região semiárida do Brasil. *In: CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS*

AGROFLORESTAIS, 2., 1998, Belém, PA. **Sistemas agroflorestais no contexto da qualidade ambiental e competitividade: resumos expandidos**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1998., 1998. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/133049/1/CongressoAgroflorestais.pdf> Acesso em: 12 mar. 2021

RODIGHERI, Honorino Roque; MOSELE, Sergio Henrique. Importância econômica e renda da erva-mate cultivada. **Embrapa Florestas-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2000. p.39-44 Disponível

em:<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/280643/1/ImportanciaEconomica0001.pdf> Acesso em: 19 mai. 2020

ROSSA, Überson Boaretto. *et al.* Influência da luminosidade e fertilizantes nos teores de metilxantinas e compostos fenólicos em folhas de erva-mate. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 4, p. 1365-1374, 2017. Disponível em:

<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/30217>. Acesso em: 27 mar. 2021

SAHA, Ritesh. *et al.* Can agroforestry be a resource conservation tool to maintain soil health in the fragile ecosystem of north-east India?. **Outlook on agriculture**, v. 39, n. 3, p. 191-196, 2010. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.5367/oa.2010.0004>. Acesso

em: 26 mar. 2021

SANTIN, Delmar. **Produtividade, teor de minerais, cafeína e teobromina em erva-mate adensada e adubada quimicamente**. Tese (Mestrado em Ciência do Solo) Universidade Federal do Paraná. Curitiba, p.114. 2008.

Disponível em: http://www.pgcisolo.agrarias.ufpr.br/dissertacao/2008_02_26_santin.pdf. Acesso em: 27 mar. 2021

SMITH, Mark Stafford.; MBOW, Cheikh. Editorial overview: Sustainability challenges: Agroforestry from the past into the future. **Current Opinion in Environmental**

Sustainability, v. 6, p. 134-137, 2014. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/270371842_Editorial_overview_Sustainability_challenges_Agroforestry_from_the_past_into_the_future. Acesso em: 26 mar. 2021

SOARES-FILHO, Britaldo. *et al.* Cracking Brazil's forest code. **Science**, v. 344, n. 6182, p. 363-364, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/310599766_Cracking_Brazil%27s_Forest_Code. Acesso em: 11 abr. 2021

SUERTEGARAY, Carlos Eduardo de Oliveira. **Dinâmica da cultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* st. hil) em sistemas agroflorestais e monocultivos**. Tese (Mestrado em Agroecossistemas) Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p.58. 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/83339/184442.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 09 set. 2019

VERMEULEN, Sonja.; CAMPBELL, Bruce Morgan; INGRAM, John. Climate change and food systems. **Annual review of environment and resources**, v. 37, p. 195-222, 2012. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-environ-020411-130608>. Acesso em: 26 mar. 2021.

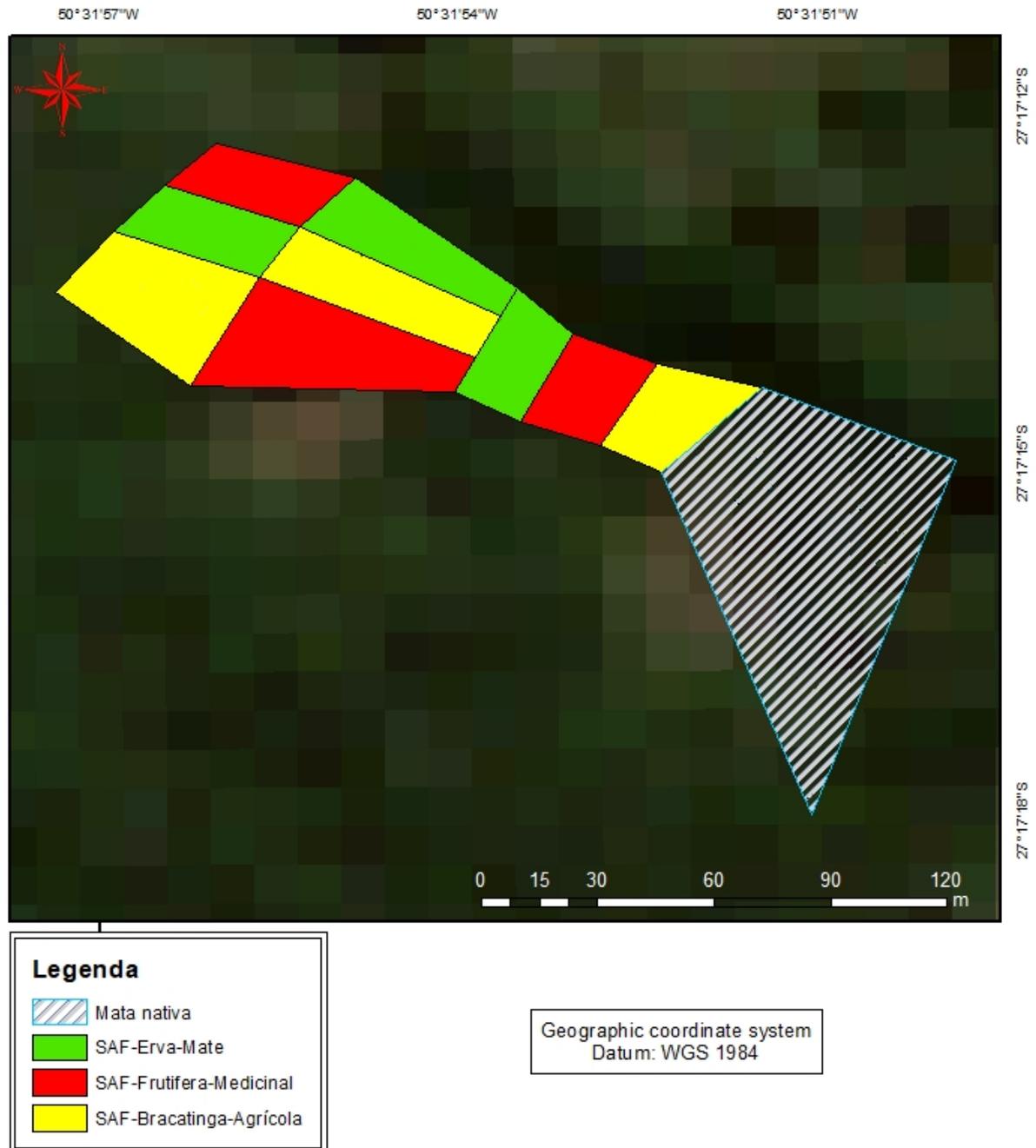
VIEIRA, Ana Rita Rodrigues *et al.* Influência do microclima de um sistema agroflorestal na cultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil). **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 11, n. 1, p. 91-97, 2003. Disponível em: <http://www.sbagro.org/files/biblioteca/1362.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2021

WERNECK, F., *et al.* **Uso de esferodensímetro e fotos digitais para estimar abertura de dossel: um teste metodológico**. 2004. Disponível em https://ppbio.inpa.gov.br/sites/default/files/Protocolo_de_uso_de_densimetro_florestal_06_2017.pdf. Acesso em: 09 set. 2019

WENDLING, Ivar. *et al.* BRS BLD Aupaba e BRS BLD Yari: cultivares clonais de erva-mate para produção de massa foliar de sabor suave. **Embrapa Florestas-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1083388/brs-bld-aupaba-e-brs-bld-yari-cultivares-clonais-de-erva-mate-para-producao-de-massa-foliar-de-sabor-suave>. Acesso em: 14 mai. 2021

ZANIN, Vanclei; MEYER, Leandro Garcia. Evolução da margem de comercialização da erva-mate no Rio Grande do Sul. **Revista Ipecege**, v.4 n.1 p.7-18, 2018 Disponível em: <https://doi.org/10.22167/r.ipecege.2018.1.7> Acesso em: 19 mai. 2020

APÊNDICE A – Croqui da Área Experimental



Fonte: Adaptado de Medeiros, 2021.