

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

Luana de Campos de Jesus

**PRODUÇÃO FORRAGEIRA E VIABILIDADE FINANCEIRA DO
COMPONENTE FLORESTAL EM SISTEMA SILVIPASTORIL EM
PECUÁRIA DE CORTE FAMILIAR**

Santa Maria, RS
2020

Luana de Campos de Jesus

**PRODUÇÃO FORRAGEIRA E VIABILIDADE FINANCEIRA DO
COMPONENTE FLORESTAL EM SISTEMA SILVIPASTORIL EM
PECUÁRIA DE CORTE FAMILIAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, em nível de Mestrado na Área de Concentração de Manejo Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Florestal**.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Antonio de Farias

Santa Maria, RS
2020

Jesus, Luana de Campos de
PRODUÇÃO FORRAGEIRA E VIABILIDADE FINANCEIRA DO
COMPONENTE FLORESTAL EM SISTEMA SILVIPASTORIL EM
PECUÁRIA DE CORTE FAMILIAR / Luana de Campos de Jesus.-
2020.

51 p.; 30 cm

Orientador: Jorge Antonio de Farias
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2020

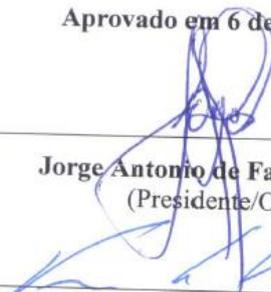
1. Sistema silvipastoril 2. Carga animal 3.
Viabilidade financeira 4. Pastagem natural 5. Pecuária
familiar I. Antonio de Farias, Jorge II. Título.

Luana de Campos de Jesus

**PRODUÇÃO FORRAGEIRA E VIABILIDADE FINANCEIRA DO
COMPONENTE FLORESTAL EM SISTEMA SILVIPASTORIL EM
PECUÁRIA DE CORTE FAMILIAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, em nível de Mestrado na Área de Concentração de Manejo Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Florestal**.

Aprovado em 6 de março de 2020:



Jorge Antonio de Farias, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)



Fabiano de Oliveira Fortes, Dr. (UFSM)



Helio Tonini, Dr. (EMBRAPA)

Santa Maria, RS

2020

DEDICATÓRIA

A Laurindo e Lira Beling pelo amor e alegria de vocês em plantar floresta e por esse amor me motivar a desenvolver a pesquisa. Com a esperança de que vou estar colaborando de alguma maneira na vida do pequeno produtor, levando o componente florestal para a agricultura familiar e todos os benefícios fornecidos pelas árvores.

E aos meus pais por representarem as pessoas mais importantes na minha vida e na minha história.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, por minha saúde e por todas as graças até aqui concedidas.

Minha família, minha mãe Oliva, meu pai Osmar e meu irmão Osmar. Por todo amor incondicional, carinho, apoio e incentivo aos meus estudos e principalmente pela minha formação como ser humano.

Agradeço à Universidade Federal de Santa Maria, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal por todo conhecimento profissional e pessoal transmitido nos últimos anos.

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por viabilizar o estudo e o desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço a Japan Tobacco International (JTI) por viabilizar as idas e coletas de campo.

Ao meu orientador, professor Jorge Antonio de Farias, pelo apoio e orientação. Obrigada por ter acreditado em mim.

Em especial aos produtores Laurindo e Lira Beling por viabilizar a pesquisa, pela amizade e receptividade sempre tão fraterna. Obrigada e parabéns pelo lindo trabalho de vocês com árvores e sistemas.

Ao professor Fabiano de Oliveira Fortes por toda ajuda, no campo, no desenvolvimento do trabalho e principalmente pelos conselhos profissionais.

A Emater do município de Agudo, em especial Luiz, Gilmar e Laila.

Aos meus colegas de laboratório pela ajuda e parceria diária e que, principalmente, tanto me ajudaram nas coletas de campo: Carmen, Débora Pasa, Guilherme, José, Mariani, Pábulo, Tiago e William. Ao Anderson Campanholi pelo incentivo em seguir o projeto e pela construção das gaiolas de exclusão.

Ao professor Fernando de Quadros, responsável pelo Laboratório de Ecologia de Pastagens Naturais (Lepan), por toda ajuda no desenvolvimento da pesquisa, por sempre ter sido solícito e sanar as dúvidas a qualquer momento. Ao Pedro Casanova do Lepan, por toda ajuda no início do trabalho, quando ainda estava aprendendo sobre as metodologias.

Douglas Scheid pelo auxílio prestado na pesquisa.

Aos meus amigos por todo incentivo e força nos momentos difíceis: Caroline, Daniel, Jânio e Pábulo.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram com essa pesquisa.

RESUMO

PRODUÇÃO FORRAGEIRA E VIABILIDADE FINANCEIRA DO COMPONENTE FLORESTAL EM SISTEMA SILVIPASTORIL EM PECUÁRIA DE CORTE FAMILIAR

AUTOR: Luana de Campos de Jesus
ORIENTADOR: Jorge Antonio de Farias

A implantação de sistemas silvipastoris na agricultura familiar é uma opção para diversificar o uso da terra para obtenção de mais um bem de produção e diversifica a fonte de renda. Nesse modelo de uso do solo é necessário conhecer a dinâmica da relação entre os componentes que compõem o sistema. O objetivo desse estudo foi avaliar a produção forrageira nativa e a viabilidade financeira do componente florestal em sistema silvipastoril no espaçamento de 3x20 m para uso múltiplo e em rotação de 16 anos na produção pecuária familiar. Para isso avaliou-se a produção forrageira, taxa de acúmulo e massa de forragem, carga animal, taxa de lotação e viabilidade financeira do componente florestal. Para avaliação do componente forrageiro, pastagem natural, mediu-se massa de forragem pelo método de dupla amostragem e taxa de acúmulo por meio de gaiolas de exclusão. De posse dos dados de produção da pastagem foi possível estimar carga animal e a taxa de lotação animal que o sistema pode manter, bem como comparar a produtividade forrageira no sol e na sombra. Para análise de viabilidade financeira utilizou-se os critérios de análise de projetos: valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e relação benefício custo (B/C) para um horizonte de 16 anos e a taxa de juro de 3,4,5 e 10%. O verão e a primavera foram as estações com as maiores taxas de acúmulo (10,67 Kg ha⁻¹ dia⁻¹ em janeiro e 3,95 Kg ha⁻¹ dia⁻¹ em novembro). Verão e outono foram as estações com as maiores produções de massa de forragem (2607,41 Kg ha⁻¹ em fevereiro e 1624,79 Kg ha⁻¹ em abril). As estações em que é possível manter a maior carga e taxa de lotação são nas estações de verão e outono, taxa de lotação de 1,46 UA/ha em fevereiro e 1,06 UA/ha em junho e uma carga, média anual, de 329,77 Kg PV ha⁻¹ dia⁻¹. O componente florestal no arranjo de 3 x 20 m em linhas simples e aos 4 anos de idade não interferiu na produção forrageira, pois quando comparou-se taxa de acúmulo no sol e sombra não ocorreu diferença. Pelos critérios de análise financeira o componente arbóreo do sistema é viável financeiramente, exceto B/C na taxa de 10%. O VPL maior que zero, TIR superando a taxa mínima de atratividade e B/C maior que 1 nas taxas de 3% e 4,5%. O componente florestal não influenciou na produção pecuária no arranjo de 3 x 20 m e aos 4 anos de idade e, ainda, proporciona retorno financeiro.

Palavras-chave: Sistema silvipastoril. Taxa de lotação. Viabilidade financeira.

ABSTRACT

FORAGE PRODUCTION AND FINANCIAL VIABILITY OF THE FORESTRY COMPONENT IN LIVESTOCK FORESTRY SYSTEMS IN FARMING ACTIVITY ON A FAMILY PROPERTY

AUTHOR: Luana de Campos de Jesus

ADVISER: Jorge Antonio de Farias

The implementation of livestock forestry systems in family farming is an option to diversify the use of land to obtain more than one production and another source of income. In this model of land use it is necessary to know the dynamics between the parts composed the system. The aim of this study was to evaluate the native forage production and the financial viability of the forestry component in a livestock forestry systems at a spacing of 3x20 m for multiple use and in rotation for 16 years in family production. Thus forage production, animal load, capacity rate and financial viability were analyzed. To assess forage production, we measured dry mass by double sampling methodology, and accumulation rate by exclusion cages. With the pasture production data it was possible to estimate the animal load and the capacity rate that the system can maintain and to compare the forage production in the sun and shade. For the financial viability analysis, the following appraisal criteria were applied: net present value (NPV), internal rate of return (IRR) and cost benefit ratio (B/C) for a 16 year horizon and the interest rate of 3, 4,5 and 10%. Summer and spring were the seasons with the highest accumulation rates (10,67 Kg ha⁻¹day⁻¹ in january and 3,95 Kg ha⁻¹day⁻¹ in november) and summer and fall were the seasons with the highest forage mass production (2607,41 Kg ha⁻¹ in february and 1624,79 Kg ha⁻¹ in april). The seasons where it is possible to maintain the highest animal load and capacity rate are in summer and fall, 1,46 in february and 1,06 UA/ha in june, and animal load annual average, of 329,77 Kg PV ha⁻¹ dia⁻¹. The forest component in the spacing of 3 x 20 m in single lines and at 4 years of age did not interfere in forage production, due the fact when comparing the accumulation rate in sun and shade there was no difference. For the financial viability analysis criteria the forest component of the system is financially viable, except B/C at the rate of 10%. With NPV greater than zero, IRR exceeding the minimum attractiveness rate, except for the 10% rate for EVL. The forestry component not influence livestock production in the spacing of 3 x 20 m and at 4 years of age In addition that investment in the forest will be financially viable with revenues exceeding costs.

Keywords: Livestock forestry systems. Capacity rate. Financial viability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da área experimental.....	24
Figura 2 – Precipitação acumulada e temperatura média mensal no ano de 2019, estação meteorológica de Santa Maria.	25
Figura 3 – Gaiola de exclusão para medição de taxa de acúmulo.....	27
Figura 4 – Distribuição das gaiolas de exclusão no sistema silvipastoril.	28
Figura 5 – Gabarito de 0,25 m ² de área.	29
Figura 6 – Carga animal (Kg PV ha ⁻¹ dia ⁻¹) e taxa de lotação (UA/ha ⁻¹) em sistema silvipastoril no arranjo de 3x20 m, linha simples com pastagem natural nos diferentes meses do ano de 2019.	37
Figura 7 – Taxa de acúmulo e massa de forragem em sistema silvipastoril no arranjo de 3x20 m, linha simples com pastagem natural nos diferentes meses do ano de 2019.	38
Figura 8 – Taxa de acúmulo no sol e na sombra em sistema silvipastoril no arranjo de 3 x 20 m, linha simples com pastagem natural nos diferentes meses do ano de 2019.	40
Figura 9 – Temperatura média diária no mês de junho, ano de 2019, durante período experimental. Dados estação meteorológica de Santa Maria.	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Frequência relativa de classes de diâmetro do sistema silvipastoril no arranjo de 3x 20 m aos 4 anos de idade.	33
Tabela 2 – Custos e receitas brutas da floresta em sistema silvipastoril no arranjo de 3x20 m em linhas simples, dados reais.	34
Tabela 3 – Resultados da análise de variância para carga animal (A) e taxa de lotação (B) nos distintos meses do ano de 2019.	37
Tabela 4 – Resultados da análise de variância para taxa de acúmulo (A) e massa de forragem (B) nos distintos meses do ano de 2019.	39
Tabela 5 – Equações para estimar massa de forragem nos diferentes meses de 2019, em sistema silvipastoril com pastagem natural.	39
Tabela 6 – Resultado da análise de variância da produção de taxa de acúmulo, massa seca, pastagem natural nos tratamentos sol e sombra em sistema silvipastoril.	41
Tabela 7 – Valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) do componente florestal do sistema silvipastoril no arranjo de 3x20 m em linha simples.	41
Tabela 8 – Medidas dendrométricas e volume aos 4 e 16 anos do sistema silvipastoril em arranjo de 3x20 m em linha simples.	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UA	Unidade animal
DAP	Diâmetro a 1,30 m do solo
VPL	Valor Presente Líquido
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
MS	Massa seca
ALT	Altura
AF	Acúmulo de forragem
MFf	Massa de forragem final
MFi	Massa de forragem inicial

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVO GERAL	13
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3 REVISÃO DE LITERATURA	13
3.1 SISTEMA SILVIPASTORIL	13
3.1.1 A importância do componente florestal no sistema	16
3.1.2 Viabilidade financeira em sistema silvipastoril	19
3.2 PECUÁRIA FAMILIAR	20
3.2.1 Produtividade em campo nativo	21
4 MATERIAIS E MÉTODOS	24
4.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	24
4.2 PRODUÇÃO FORRAGEIRA EM SISTEMA SILVIPASTORIL	25
4.2.1 Taxa de acúmulo	26
4.2.2 Massa de Forragem	28
4.2.3 Lotação animal	29
4.3 PRODUÇÃO FLORESTAL	30
4.3.1 Inventário florestal	30
4.3.2 Estimativa do volume do sistema silvipastoril aos 4 e 16 anos	30
4.4 ANÁLISE FINANCEIRA	34
4.4.1 Fluxo de caixa	34
4.4.2 Viabilidade financeira	34
4.4.3 Análise de sensibilidade	36
5 RESULTADOS	36
5.1 CAPACIDADE DE SUPORTE ANIMAL EM SISTEMA SILVIPASTORIL	36
5.2 PRODUÇÃO FORRAGEIRA NO SOL E NA SOMBRA	40

5.3 VIABILIDADE FINANCEIRA DA FLORESTA	41
6 DISCUSSÃO	42
6.1 CAPACIDADE DE SUPORTE ANIMAL EM SISTEMA SILVIPASTORIL.....	42
6.2 PRODUÇÃO FORREGEIRA NO SOL E NA SOMBRA.....	46
6.3 VIABILIDADE FINANCEIRA DA FLORESTA	47
7 CONCLUSÃO.....	48
8 RECOMENDAÇÕES.....	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

1 INTRODUÇÃO

Sistemas agroflorestais são formas de otimizar o uso do solo consorciando mais de um componente no mesmo espaço. Dentre os tipos existentes destaca-se, no Rio Grande do Sul, o sistema silvipastoril que em uma mesma unidade de área mantém o componente florestal, forrageiro e animal. Esse tipo de uso da terra quando atrelado a agricultura familiar, normalmente, está relacionado a pecuaristas familiares tanto de gado de corte quanto para produção leiteira.

A floresta quando inserida nesse tipo de configuração pode proporcionar diversos benefícios, como melhorar as condições microclimáticas, pois reduz a amplitude térmica e aumenta a umidade relativa do ar, proporcionando conforto térmico aos animais. Realiza o sequestro de carbono ajudando a neutralizar a emissão dos gases de efeito estufa, promove a biodiversidade devido a existência de novos nichos e habitats para agentes polinizadores. Pode aumentar a ciclagem de nutrientes devido a deposição de serapilheira, proporcionando melhorias nas características biológicas, químicas e físicas do solo. Maior cobertura evitando a erosão, a perda de solo, nutrientes e água. Aumento do crescimento das árvores em diâmetro devido o maior espaçamento entre árvores. A diversificação da matriz produtiva que incrementa a renda do produtor rural.

Apesar dos aspectos positivos que o componente florestal proporciona, o sistema silvipastoril ainda não é difundido e amplamente implantado nas pequenas propriedades no Estado. O que pode ser justificado pela falta de conhecimento e falta de assistência técnica, pois sem a compreensão das implicações e benefícios torna-se difícil realizar a implantação. Outra questão que tem influência na adesão desse tipo de uso do solo está atrelada a questões culturais. Já que é uma prática que não possui tradição, em que não tem o hábito de plantar árvores em sistema silvipastoril como se cultiva uma cultura agrícola ou se produz carne e leite. O desconhecimento sobre esse sistema precisa ser superado.

Ainda que, estudos com esses sistemas sejam recentes, tem-se muitos trabalhos relacionados ao conforto térmico animal, a características físicas e químicas de solos e a influência do sombreamento na pastagem em sistemas silvipastoris. Porém existe uma carência de trabalhos no que diz respeito a carga animal e unidades animais que podem ser mantidos em uma pastagem com componente florestal, principalmente envolvendo esses parâmetros em pastagem natural. Já que existem diversos estudos que avaliaram a produção forrageira sob árvores com espécies forrageiras plantadas no Brasil. Nesse sentido essa pesquisa foi

desenvolvida para preencher essas lacunas e fornecer suporte para a colaboração da disseminação dos sistemas silvipastoris, mais especificamente em espaçamento de 3x20 m, visando a produção de multiprodutos em rotações de 16 anos. Sob a hipótese de avaliar se o componente florestal interfere na atividade de pecuária familiar.

2 OBJETIVO GERAL

Foi analisado a produção forrageira nativa e a viabilidade financeira do componente florestal em sistema silvipastoril no espaçamento de 3x20 m visando a produção de multiprodutos em rotações de 16 anos na produção pecuária familiar.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a produção forrageira natural, taxa de acúmulo e massa de forragem, em sistema silvipastoril e dimensionar a capacidade de suporte animal que o sistema silvipastoril pode manter no espaçamento de 3x20 m;
- Avaliar o efeito da presença das árvores sobre a produção forrageira em pastagem natural;
- Verificar se o componente florestal é viável financeiramente visando a produção de multiprodutos em rotações de 16 anos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 SISTEMA SILVIPASTORIL

O setor agropecuário devido as mudanças climáticas têm exigido um mercado mais competitivo que requer maior produtividade, qualidade e rentabilidade, sem que esse desenvolvimento comprometa o meio ambiente. Uma alternativa para atingir esses objetivos é aderir ao uso de sistemas integrados de produção. Que são sistemas que consorciaram na mesma área diferentes componentes, de origem vegetal e animal, tem o objetivo de produzir de maneira sustentável, integrando as atividades florestais, agrícolas e pecuárias, que podem ser realizadas de maneira consorciada, rotacionada ou em sucessão, buscando sinergia entre os componentes do sistema, abrangendo a adequação ambiental e a viabilidade econômica (BALBINO; BARCELLOS; STONE, 2011).

Em pesquisa encomendada pela Rede de Fomento ILPF (Integração Lavoura-Pecuária-Floresta) da Embrapa estimou-se que o Brasil na safra 2015/2016 possuía 11,5 milhões de hectares com ILPF, sendo 1.457.900 ha só no Rio Grande do Sul. Os principais motivos para os pecuaristas adotarem o sistema de integração no Estado é em primeiro lugar reduzir o impacto ambiental, em segundo lugar aumentar a rentabilidade por hectare e por fim realizar a rotação de culturas por necessidade técnica. Já os motivos dos agricultores para adotar o sistema são em primeiro lugar aumentar a rentabilidade por hectare, diminuir o risco financeiro com a diversificação de culturas e rotacionar as culturas por necessidade técnica (EMBRAPA ILPF, 2017).

Existem diferentes tipos de sistemas integrados de produção (BALBINO; BARCELLOS; STONE, 2011). Dentre eles:

- Agropastoril ou integração lavoura-pecuária: esse sistema integra na mesma área componente agrícola e pecuária (pastagem e animal) e pode ser em consórcio, rotação ou sucessão;
- Agrossilvipastoril ou integração lavoura-pecuária-floresta: esse sistema integra os componentes agrícola, florestal, pastagem e animal na mesma área;
- Silvipastoril ou integração pecuária-floresta: esse sistema integra os componentes florestal, pastagem e animal na mesma área;
- Silviagrícola ou integração lavoura-floresta: integração entre componente florestal e componente agrícola na mesma área, sendo o componente agrícola utilizado na fase inicial do sistema ou em ciclos.

Evidencia-se o fato de aliar ganho econômico com bem-estar social e proteção do meio ambiente. Na América do Sul, o Brasil tem-se destacado por mostrar nos últimos trinta anos ascensão na ampliação do uso de sistemas agroflorestais e na promoção de conhecimentos técnicos científicos quase que em todo seu território.

O desenvolvimento agroflorestal brasileiro é heterogêneo e apresenta diferenças regionais no que tange a adoção, composição, modalidades praticadas e padrão de técnica. Nas regiões sul e sudeste, os sistemas silvipastoris possuem a forte inclusão de espécies arbóreas madeireiras com a notoriedade para a presença de Eucalipto, Pinus, Grevília e Canafístula. De modo geral o gado é o principal componente econômico do sistema, enquanto o componente florestal tem a função de prestar serviços ambientais e a produção de bens, a médio e a longo prazo (SILVA, 2013).

O sistema silvipastoril (SSP) é uma atividade bastante difundida em vários lugares do mundo em que a pecuária é importante, possui considerável significado regional na América Latina, países como Costa Rica, Nicarágua, Honduras, Cuba, Argentina, Chile, Uruguai e Brasil. Cada vez mais os SSPs são conhecidos por sua viabilidade biofísica e econômica. Além da aptidão no que concerne serviços ambientais que são aqueles referentes a proteção do meio ambiente, tais como a proteção do solo e da água, a conservação da biodiversidade, a mitigação dos gases do efeito estufa (GEEs), e tudo isso, em grande parte, se deve a presença do componente florestal (SILVA, 2013).

No que diz respeito à densidade arbórea máxima, diversos estudos estimaram beneficência ao sombreamento das principais gramíneas e leguminosas forrageiras usadas na pecuária brasileira e afirmaram que o crescimento dessas é pouco afetado quando os níveis de sombreamento se mantem entre 30% a 40% (ANDRADE; SALMAN; OLIVEIRA, 2012).

Alguns fatores são fundamentais para convencer pecuaristas a investirem na alocação de árvores em pastagens como: questões culturais e econômicas que demonstrem os benefícios dos sistemas silvipastoris. Os pecuaristas conhecem a importância das espécies florestais nas pastagens principalmente no que diz respeito à sombra para os animais, todavia temem que o excesso de árvores possa prejudicar o crescimento da pastagem e a capacidade de suporte da mesma. Logo, é necessário realizar uma demonstração de que a presença de espécies arbóreas no sistema garante muito mais que apenas sombra para o gado (ANDRADE; SALMAN; OLIVEIRA, 2012).

Se o objetivo é produzir madeira para serraria ou laminação, as árvores devem ter espaçamento de pelo menos 50 m² por indivíduo no final do ciclo deixando de 100 a 200 árvores para corte final. Vários espaçamentos são observados ou estudados que variam de 2 m a 5 m entre plantas nas linhas e de 8 até 30 m entre linhas. Em relação ao plantio em áreas planas deve se fazer o plantio no sentido leste-oeste, possibilitando mais luz para o crescimento da pastagem na entrelinha (ANDRADE; SALMAN; OLIVEIRA, 2012).

Geremia et al. (2018) em Sinop no Mato Grosso avaliaram o efeito de diferentes níveis de sombreamento na estrutura vertical de capim Piatã cultivado em área de sistema de integração. A espécie florestal *Eucalyptus urophilla* x *Eucalyptus grandis*, clone H13, foi plantado em 2010 na direção leste-oeste e no período experimental tinham em média 16 metros de altura. Os tratamentos eram forrageira plantada a pleno sol, regime de sombra moderada (árvores plantadas em filas duplas nas bordas 2 m entre árvores e 3 m entre fileiras, 338

árvores/ha e 83% da área total disponível para o cultivo da pastagem no centro) e sombra intensa (fileiras triplas com espaçamento de 2 m entre árvores e 3 m entre linhas sendo de 15 metros a distância entre linhas triplas, 714 árvores por hectare e 58% da área total disponível para a pastagem). Concluíram que a pastagem a pleno sol e sombreamento moderado não é prejudicial à produtividade do sistema, evidenciando a importância da escolha correta da espécie florestal, do arranjo das espécies e densidade de árvores.

3.1.1 A importância do componente florestal no sistema

É comum que o principal produto da floresta seja a madeira, e dentre os diversos bens provenientes da madeira cita-se a produção de madeira para energia, na forma de lenha e carvão, produção de moirões, estacas, madeira para construção civil e construções rurais, dormentes, papel e celulose, chapas de fibras, painéis de partículas, lâminas, compensados e madeira serrada. Além desses produtos madeireiros, as espécies florestais podem fornecer também produtos florestais não-madeireiros como por exemplo óleos essenciais que servem de matéria-prima para a indústria farmacêutica, de perfumaria e condimentos, o tanino que é extraído da casca das espécies florestais e é utilizado para a produção de diversos outros produtos (MACEDO, VALE, VENTURIN 2010). Além de castanhas, frutos, resinas, látex, plantas ornamentais e medicinais.

Além dos benefícios provenientes dos produtos produzidos, as espécies florestais também proporcionam benefícios ao ecossistema em que estão inseridas, e que está diretamente vinculada ao sucesso de produção dos diversos produtos. Macedo, Vale e Venturin (2010) cita que o componente florestal proporciona benefícios ao solo, reduzindo a compactação e a erosão, já que diminui o impacto das gotas de água da chuva, pois as copas funcionam como uma barreira, além da cobertura existente no solo proporcionado pela serapilheira.

As árvores têm a capacidade de absorver nutrientes das camadas mais profundas e repor nas camadas mais superficiais do solo por meio de folhas, flores, frutos, galhos, casca. Essas espécies possuem funções ambientais como por exemplo a melhoria da qualidade do ar, controla o efeito erosivo do vento, ajuda a contribuir no processo de regularização da vazão de mananciais hídricos, melhora a capacidade produtiva do solo devido a ciclagem de nutrientes, aumenta a biodiversidade servindo de abrigo, refúgio e alimento para a fauna silvestre, melhora a qualidade da água e também são importantes agentes na recuperação de áreas degradadas.

Loss (2014) avaliou atributos físicos e químicos de solos, sob diferentes sistemas de uso, os quais eram sistema de lavoura sob preparo convencional do solo, sistema de pastagem nativa e sistema silvipastoril com pastagem nativa e *Eucalyptus urograndis*. O autor avaliou a densidade do solo, volume total de poros, diâmetro médio ponderado dos agregados, carbono orgânico total e fracionamento granulométrico químico e oxidável da matéria orgânica. Constatou que o sistema silvipastoril apresentou os maiores valores de volume total de poros e carbono das frações húmicas e carbono oxidável em relação aos sistemas de lavoura e pastagem nativa.

O sistema silvipastoril aumentou o volume total de poros na camada de 0-5 e 10-20 cm, a agregação do solo, os teores de carbono orgânico particulado (10-20 cm), carbono das frações húmicas (10-20 cm) e carbono oxidável em relação a área de lavoura. Já em relação a área de pastagem o sistema silvipastoril aumentou o volume total de poros nas camadas (0-5 e 10-20 cm), o diâmetro médio ponderado dos agregados e diminuiu a densidade do solo (10-20 cm) bem como aumentou os teores de carbono das frações húmicas e carbono oxidável.

Outros benefícios, além de melhorar as propriedades físicas e químicas dos solos, o componente florestal também é de extrema importância para a mitigação dos gases do efeito estufa. Torres et al., (2014) por meio de uma revisão, sistematizou dados disponíveis no acervo bibliográfico e que apresentavam potencial de armazenagem de carbono em diferentes arranjos agroflorestais. A pesquisa indicou que há uma variação no incremento médio em carbono nos sistemas, que vai de 1,26 a 11,19 t C ha⁻¹ ano⁻¹ dependendo do tipo de sistema agroflorestal, indicando que a estocagem de carbono varia em função do arranjo e da idade do sistema. O sistema agroflorestal regenerativo análogo apresentou maior potencial na capacidade de estocagem de carbono, isso é em função do maior número de árvores por área de espécies arbóreas e arbustivas.

Torres (2015) estimou as emissões de gases de efeito estufa e carbono acima do solo de sistemas silvipastoris e agrissilvipastoris além de estimar o número de árvores necessárias para neutralizar essas emissões. Foram calculadas as emissões da produção, estoque e transporte de agroquímicos e de atividades como adubação, fermentação entérica, manejo de dejetos e maquinário. As emissões de GEEs variou entre 2,81 t CO₂e e 7,98 t CO₂e e o número de árvores necessárias para neutralizar as emissões variou entre 17 e 44 árvores ha⁻¹ concluindo que é possível neutralizar as emissões das atividades agropecuárias realizando o plantio de árvores no sistema. Portanto esses estudos constataam que os sistemas integrados de produção com

árvores contribuem para a captura de CO₂ atmosférico e a estocagem na superfície terrestre. Os sistemas agroflorestais contribuem para a mitigação dos gases do efeito estufa na atmosfera viabilizando a produção sustentável na agropecuária.

Dentro dessa perspectiva de emissão de gases de efeito estufa existe o Plano ABC, política pública que contém as ações de controle das emissões de gases que causam o efeito estufa e que devem ser realizadas pelo Brasil no setor agropecuário brasileiro ante as mudanças climáticas. A agricultura e a pecuária geram emissões de GEE nos seguintes processos: fermentação entérica dos ruminantes (CH₄), produção de dejetos de animais (CH₄ e N₂O), cultivo de arroz inundado (CH₄), queima de resíduos agrícolas (CH₄ e N₂O), emissão de N₂O devido uso de fertilizantes nitrogenados no solo. Juntas, agricultura e pecuária são responsáveis por um quarto das emissões brasileiras brutas. Dado esse cenário o setor agrícola possui vulnerabilidade frente a mudanças climáticas, devido a sua sensibilidade ao clima (Plano ABC, 2012).

As espécies florestais também proporcionam conforto térmico para os animais. Bovinos que são criados em campo estão expostos a maior período de luz solar, o que representa maior gasto que esses animais dispõem para anular os efeitos maléficos da exposição solar. Logo com o fornecimento de sombra para esses animais é possível aliviar o estresse de calor durante o dia e também sendo beneficiados a noite com uma quantidade menor de calor a ser dissipado.

Por isso na presença de sombra esses animais podem produzir bem em épocas muito quentes a um baixo custo e alta eficiência. As espécies florestais absorvem 90% da radiação visível, 60% da infravermelha e ainda realizam evapotranspiração, por isso que o sombreamento natural é mais confortável em um dia de sol muito intenso. Além de ocorrer a liberação de água no processo de respiração da planta que permite maior evaporação e dissipação de calor no microambiente sombreado (FERREIRA, 2015).

Giro et al. (2019) comparou efeito do microclima em sistema de integração e sistema convencional sobre o comportamento e temperatura da superfície corporal do gado de corte em clima tropical. O sistema de integração era composto por pastagem exótica e *Eucalyptus urograndis* dispostos em linhas simples 4 m entre árvores e 15 m entre filas, 165 árvores/ha, componente florestal com média de 26 metros de altura e 23 cm de diâmetro. Os animais testados no sistema integrado apresentaram maior ruminação e menor tempo de repouso durante a manhã, também apresentaram temperatura superficial mais baixa no dorso e no tronco.

Mostraram preferência pela sombra e apresentaram redução na frequência de idas ao bebedouro.

3.1.2 Viabilidade financeira em sistema silvipastoril

O desempenho econômico-financeiro é o principal fator de tomada de decisão para um agricultor adotar ou não um sistema de integração. Logo, é importante uma avaliação prévia do mercado, demanda de produtos e viabilidade financeira do sistema.

A abordagem da eficiência econômica está ligada a análise de viabilidade financeira do sistema no que diz respeito ao custo-benefício ou o fluxo de caixa praticado levando em consideração a finalidade da atividade praticada no sistema (SILVA, 2013).

Oliveira et al. (2008) em experimento conduzido em Alegrete, RS, estudando a produção de madeira, o estoque de carbono e a rentabilidade econômica em dois sistemas silvipastoris com quatro anos de idade com árvores no espaçamento de 14 (3,0 x 1,5) e 34 (3,0 x 1,5). Ao realizar a análise de viabilidade financeira a uma taxa de juros de 6% ao ano e um horizonte de 21 anos para o corte final com simulação de desbastes constatou que o componente florestal propiciou rentabilidade já a partir do desbaste realizado aos 7 anos de idade.

Ribaski, Hoeflich e Ribaski (2009) ao avaliar a viabilidade econômica de diferentes usos da terra sendo um deles os sistemas silvipastoris com produção de madeira de *Eucalyptus grandis* como apoio a ação de desenvolvimento rural para a região sudoeste do Rio Grande do Sul. O eucalipto foi plantado em linhas triplas com espaçamento de 3x1,5 m e 14 metros entre o conjunto de linhas triplas com uma densidade de 1000 árvores/ha⁻¹ e eucalipto plantado em linhas triplas com espaçamento de 3x1,5 m e 34 metros entre o conjunto de linhas triplas com uma densidade de 500 árvores/ha⁻¹. Para realizar a análise de viabilidade dos arranjos para um horizonte de 21 anos com a realização de desbaste, usou como indicador a Taxa Interna de Retorno (TIR) considerando uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 3,72%. A pecuária extensiva apresentou-se como não rentável para o produtor rural. Os sistemas silvipastoris apresentam TIR superior a TMA quando não considera o valor de aquisição da terra e quando é feito o desbaste, exceto o sistema na densidade de 500 árvores/ha⁻¹, que não demonstrou viabilidade econômica.

Portugal (2015) ao comparar a viabilidade econômica de um projeto de recuperação de pastagens degradadas com um projeto de implantação de um sistema silvipastoril com *Eucalyptus grandis* e Mogno Africano para um horizonte de 18 anos e utilizando como

indicadores financeiros o VPL e a TIR a uma taxa de 6,00%, 8,00%, 10,00% e 12,00%, constatou que o sistema silvipastoril apresentou VPL positivo para todas as taxas de desconto que foram aplicadas, a TIR ficou acima das taxas aplicadas evidenciando a viabilidade do projeto. O sistema silvipastoril nesse estudo mostrou-se superior à recuperação de pastagem por ser mais rentável, viável e, ainda, sustentável.

Weimann, Farias, Deponti (2017) realizou trabalho no município de Esperança do Sul, RS a nível de pequena propriedade em que avaliou a viabilidade econômica do componente florestal (*Eucalyptus grandis*) de um sistema agrossilvipastoril, no espaçamento de 2x10 m e 10 anos de idade e um plantio florestal convencional pelos seguintes critérios de análise financeira: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), custo médio de produção (CMP_r), Valor Anual Equivalente (VAE) e Razão Benefício Custo (B/C) a uma taxa de juros de 7,5% ao ano para uma rotação de 10 e 15 anos. Concluiu que o plantio florestal em monocultivo apresentou maior retorno econômico que o componente florestal em sistema agrossilvipastoril, apesar de esse ter sido viável também.

3.2 PECUÁRIA FAMILIAR

A pecuária está entre as principais atividades econômicas no sul do Brasil e tem por base forrageira as pastagens naturais. Levando em consideração que a vocação das pastagens naturais do Sul do Brasil é a produção animal é importante compreender o ambiente, as potencialidades, vulnerabilidades e a interação entre os indivíduos que compõem o sistema ao longo do tempo (PILLAR et al., 2009).

A expressão agricultura familiar decorre das expressões pequenos produtores e produtores de baixa renda. O conceito de agricultura familiar não se sintetiza a pequeno produtor, mas sim a um agrupamento de famílias do meio rural repleto de diversidades e complexidades. Todavia, é de comum acordo que a agricultura familiar tem características comuns de associação e está iminentemente ligada a família e a produção em que a família assume a maior parte do trabalho (WAQUIL et al., 2016).

A Emater-RS foi a primeira instituição a descrever o criador de gado de corte de perfil familiar, para identificar o grupo a ser atendido por serviços de extensão rural. Os pecuaristas familiares são uma categoria social que até os anos 2000 não tinha visibilidade no estado era pouco descrita e estudada. A partir de então essa categoria passou a ser analisada, ganhando espaço no meio acadêmico e institucional com foco no tamanho dos estabelecimentos e aos

sistemas de criação. O grupo de agricultores familiares passou a ser denominado de pecuarista familiar com o intuito de identificar uma categoria social diferenciada (WAQUIL et al., 2016).

A criação de gado de corte com base familiar está presente em diferentes regiões do estado do Rio Grande do Sul e apresenta uma variedade de configurações. Do total de estabelecimentos envolvidos com a pecuária de corte, 86,0% são de cunho familiar (IBGE 2006). Demonstrando a importância socioeconômica que a pecuária familiar possui no estado. O sistema de produção dos pecuaristas que se sobressai baseia-se na criação de bovinos de maneira extensiva. A pecuária quase que totalmente é desenvolvida de forma extensiva pelo pastoreio contínuo de campos cultivados e naturais.

O campo nativo é fundamental como fonte de alimento para os animais, demonstrando a necessidade e dependência das condições ambientais para disponibilidade de alimentos para os animais (WAQUIL et al., 2016). As quatro regiões que apresentam maior rebanho são a Fronteira Oeste (23,8%), Sul (12,5%), Central (10,8%) e Campanha (10,2%) (WAQUIL et al., 2016).

A diminuição das pastagens naturais é uma consequência da intensificação da agricultura, somado ao sobrepastoreio que também leva a degradação e a supressão das pastagens naturais. O ideal é estabelecer níveis de pastejo sustentáveis, definir uma taxa de lotação em que a pressão de pastejo seja sustentável. Cada ecossistema tem a capacidade de produzir determinada quantidade de forragem e isso determina a taxa de lotação que pode ser mantida (PILLAR et al., 2009).

O controle entre a disponibilidade de pastagem e carga animal é a chave do manejo de qualquer pastagem, nativa ou cultivada. Um dos aspectos mais importantes é ajustar a carga animal em função da disponibilidade de forragem, esse processo acaba controlando a oferta de forragem, logo a quantidade de pasto que cada animal deve ter por dia a sua disposição. Um bovino é capaz de ingerir por dia em torno de 3% de seu peso vivo em forragem. É possível aumentar a produção média de peso vivo/ha ao ano a custo zero, apenas ajustando a oferta de forragem, por meio do ajuste da carga animal (PILLAR et al., 2009).

3.2.1 Produtividade em campo nativo

Rizo et al. (2004) conduziu experimento no município de Bagé de abril de 1999 a março de 2000 e teve por objetivo avaliar a produção de matéria seca, taxa de lotação, ganho por hectare e ganho de peso vivo por animal em pastagem nativa, pastagem nativa sobressemeada

com azevém, trevo branco e cornichão, o mesmo tratamento anterior, com aplicação de glifosato, pastagem nativa sobressemeada com azevém, trevo branco e cornichão com aplicação de glifosato, porém com adubação dobrada. Utilizou um sistema de pastejo contínuo com ajuste de lotação para proporcionar uma oferta de forragem de 10% (10 kg de MS 100 kg PV⁻¹ dia⁻¹). Constatou que a sobressemeadura de espécies hibernais em campo nativo com e sem glifosato colaboram no aumento da produtividade do campo nativo e viabilizam maior carga e ganho por animal e por área quando se compara a pastagem nativa.

Um experimento conduzido de abril de 2007 a março de 2008 em área de pastagem natural no município de Eldorado do Sul/RS pertencente a Depressão Central, analisou a influência de distintas ofertas de forragem e as diferentes combinações ao longo de um ano sobre o crescimento da pastagem e o desempenho animal. Analisou ofertas de 4, 8, 12, e 16 Kg de matéria seca por 100 Kg de peso vivo por dia por hectare e as combinações de 12% na primavera e 8% no outono-inverno-verão (12-8%), 8 na primavera e 12 no outono-inverno-verão (8-12%) e 16 na primavera e 12 no outono-inverno-verão (16-12%). Foi constatado que a oferta de 4% (muito baixa) atrapalha o desempenho animal por área e individual. Já a combinação de 8-12% colabora no desempenho individual e por área quando comparado com o manejo de 12% em todas as estações (MEZZALIRA et al, 2012).

Aguinaga (2004) realizou estudo no município de Eldorado do Sul, na Depressão Central em uma área de pastagem natural de 4 de setembro de 2002 a 27 agosto de 2003, totalizando um período experimental de 357 dias. E avaliou a produção animal e vegetal em um método de pastejo contínuo com taxa de lotação variável submetido a diferentes ofertas de forragem 4%, 8%, 12% e 16% fixo no período de um ano e as combinações de 8-12%, 12-8% e 16-12%, a primeira cifra é referente a oferta aplicada na primavera e a segunda cifra a oferta aplicada nas demais estações do ano. Chegou à conclusão que a combinação de 8-12% de oferta de massa seca proporcionou o maior desempenho animal (0,375 Kg/animal/dia e 263 Kg de peso vivo por hectare por ano) dessa maneira apontando que é uma prática de manejo eficaz para a produção forrageira e no ganho animal, evitando perdas no inverno.

Soares et al. (2005) realizou experimento em área de pastagem natural da Depressão Central do Rio Grande do Sul de outubro de 2000 a setembro de 2001. Testou os diferentes tratamentos de 8%, 12% e 16% fixo no período de um ano e as combinações de 8-12%, 12-8% e 16-12%, a primeira cifra é referente a oferta aplicada na primavera e a segunda cifra a oferta aplicada nas demais estações do ano. O método de pastejo foi o contínuo com taxa de lotação

variável e avaliou o desempenho animal e vegetal submetidos a esses diferentes tratamentos. Encontrou que a oferta de 8-12% promoveu maior desempenho animal e maior produção vegetal nas diferentes estações do ano.

Outro experimento realizado na Depressão Central, também no município de Eldorado do Sul em uma área de pastagem natural testando os mesmos tratamentos do estudo anterior. Avaliou a dinâmica espaço-temporal de sítios alimentares nas distintas faixas de altura e massa de forragem, o percentual de área pastejada, taxa de acúmulo e produtividade de matéria seca. Concluiu que os sítios alimentares se concentram em faixas de altura de < 6 cm e massa de forragem <1000 e 1000-1500 Kg/ha de massa seca para todas as ofertas que foram avaliadas no estudo (NEVES et al. 2009).

Um estudo realizado no município de Arroio dos Ratos, no Rio Grande do Sul, teve por objetivo avaliar o padrão da distribuição espacial de tipos funcionais (C3 e C4) e da composição florística da vegetação nativa sob um plantio de dois anos de idade de *Eucalyptus saligna* no espaçamento de 3x2 m e de *Eucalyptus grandis* em 3x1,8 m, em que se manteve a vegetação original nas entrelinhas de 3 metros e pastejado por novilhas. Com base nos resultados conseguiu chegar a hipótese de que com o aumento do sombreamento espécies do tipo C₄ tendem a diminuir a sua ocorrência na comunidade ao passo que as espécies do tipo C₃ são, até determinado nível de sombreamento, favorecidas pela ausência de espécies C₄ (PILLAR, BOLDRINI e LANGE 2002).

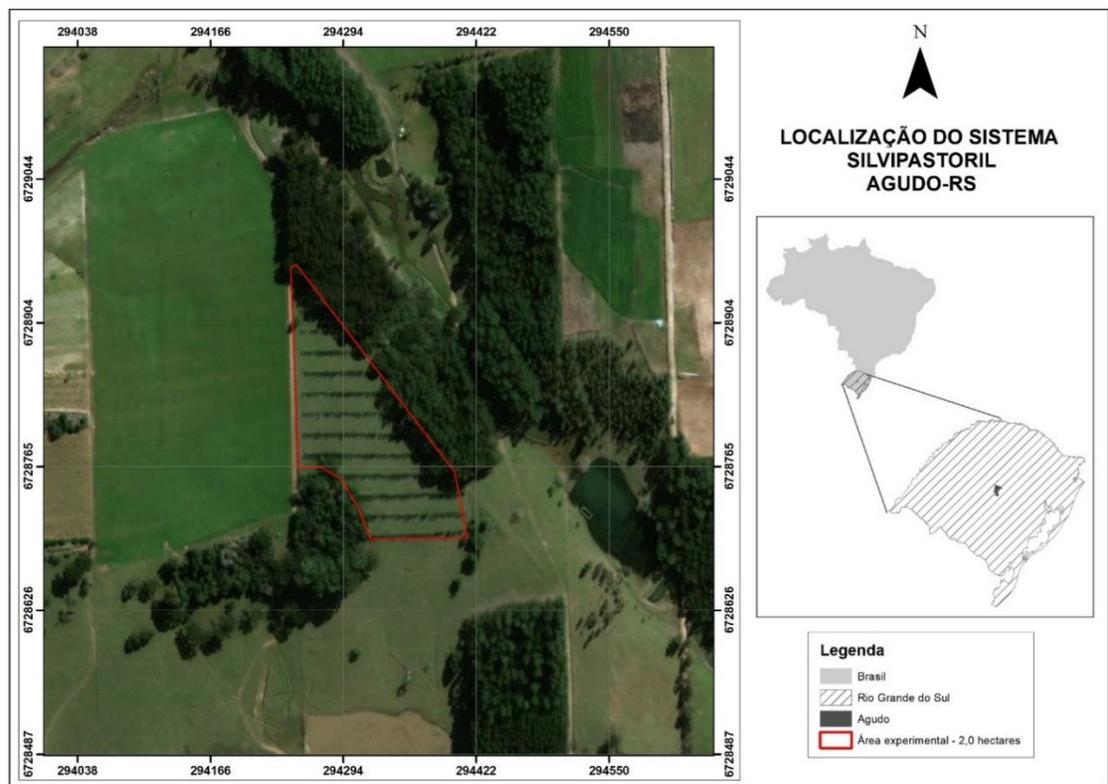
Santos et al. (2016) ao avaliarem massa seca de forragem e as características estruturais de capim-piatã em dois espaçamentos de árvores de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, plantio em linhas duplas com espaçamento de 2x2 metros entre árvores e 22 metros entre linhas e 12 metros entre linhas em sistema silvipastoril em contraste com área sem componente florestal na estação seca e chuvosa no Cerrado. Concluíram que ocorreu redução na massa seca e na taxa de acúmulo do componente forrageiro em sistema silvipastoril na estação chuvosa. A cada 1% de redução na radiação fotossinteticamente ativa houve uma redução de 1,35% na massa seca de forragem bem como ocorreu mudança estrutural na pastagem em sistema silvipastoril. O sistema silvipastoril no espaçamento de 22 metros entre linhas de árvores interfere menos na produtividade forrageira quando o plantio é realizado na direção norte-sul.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

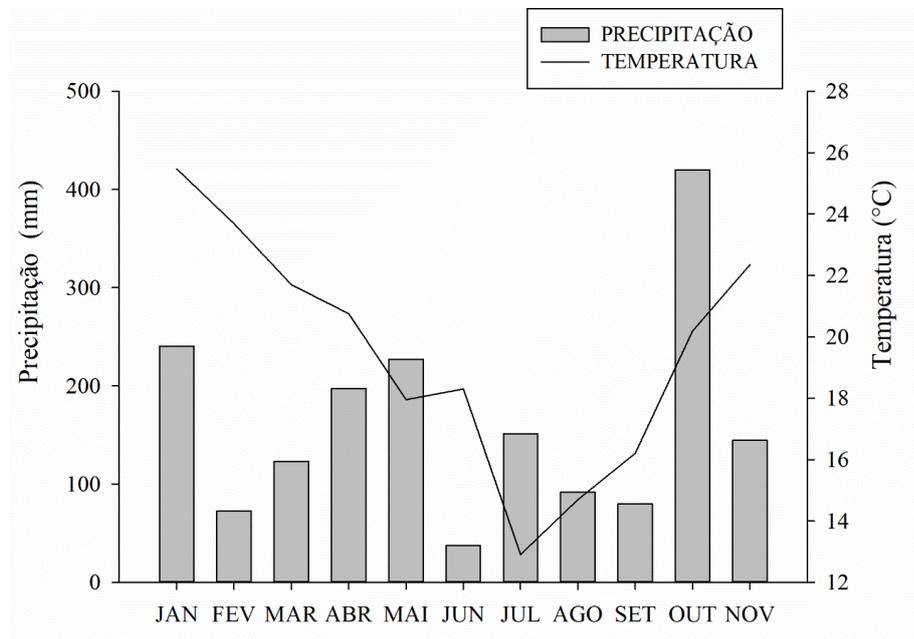
O estudo foi conduzido no município de Agudo, na região fisiográfica da Depressão Central no estado do Rio Grande do Sul (Figura 1). O clima da região é do tipo Cfa, subtropical úmido, com verões quentes sem estação seca definida segundo a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013) (Figura 2). Com precipitação média anual de 1712 mm (HELDWEIN et., 2009). Na área experimental existe a predominância de solo do tipo Argissolo.

Figura 1 – Localização da área experimental.



Fonte: Débora Luana Pasa, 2019.

Figura 2 – Precipitação acumulada e temperatura média mensal no ano de 2019, estação meteorológica de Santa Maria.



Fonte: INMET, 2019.

O experimento foi conduzido em uma propriedade rural nas coordenadas latitude 29°33'16,21" S e longitude 53°07'19,68" W caracterizada como de agricultura familiar. A propriedade possui 60 hectares, sendo 12 hectares de pastagem natural para o gado de corte, incluindo dois sistemas silvipastoris (um de 2 ha e outro de 1 ha). E 8 hectares de pastagem plantada com azevém. Na propriedade tem monocultivo de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden.

O estudo foi realizado no sistema silvipastoril de 2 hectares em que o componente arbóreo é composto por *Eucalyptus grandis* (clone GPC 23) plantado em linha simples no espaçamento de 3x20 m no sentido leste-oeste. O plantio das mudas foi realizado em novembro de 2015, nas coletas de dados do componente florestal as árvores estavam com 4 anos de idade.

4.2 PRODUÇÃO FORRAGEIRA EM SISTEMA SILVIPASTORIL

As avaliações de campo foram realizadas no período de 3 de dezembro de 2018 a 3 de dezembro de 2019.

A pastagem que compõe o sistema é pastagem natural e foi pastejado por fêmeas e machos do cruzamento de Angus com Zebu. O método de pastejo adotado pelo agricultor foi o

de lotação contínua com carga fixa, composto por volta de 40 animais entre vacas, terneiros e bezerros. O produtor não realizava o controle da oferta de forragem¹ e os animais pastejavam em toda a área sob campo nativo (12 hectares) não apenas no sistema silvipastoril. No inverno foi realizada uma sementeira de Azevém (*Lolium multiflorum*) no sistema. O gado pastejava o sistema até junho, então, era retirado e alocado em pastagem plantada, e retornava para o sistema em outubro.

Para a avaliação da produção forrageira mediu-se massa seca de forragem em Kg ha⁻¹ e altura em centímetros pela metodologia da dupla amostragem (Wilm et al., 1944) e taxa de acúmulo em Kg ha⁻¹ dia⁻¹ pela metodologia de Kinglman (1943). Essas avaliações foram realizadas em média em períodos de 34 dias. O conjunto de informações referentes a massa de forragem, altura e taxa de acúmulo foram avaliados nas diferentes estações do ano: verão (janeiro e fevereiro), outono (abril, maio, junho), inverno (julho, agosto, setembro) e primavera (outubro e novembro). Quanto ao mês de março e de dezembro perderam-se os dados devido a problemas com as coletas.

4.2.1 Taxa de acúmulo

Realizou-se a estimativa de taxa de acúmulo a partir da metodologia proposta por Kinglman (1943). Devido a presença do componente animal, o acúmulo foi medido por meio de gaiolas de exclusão, cada gaiola com 1 m² de área (Figura 3).

¹ Kg de matéria seca por 100Kg de peso vivo/dia.

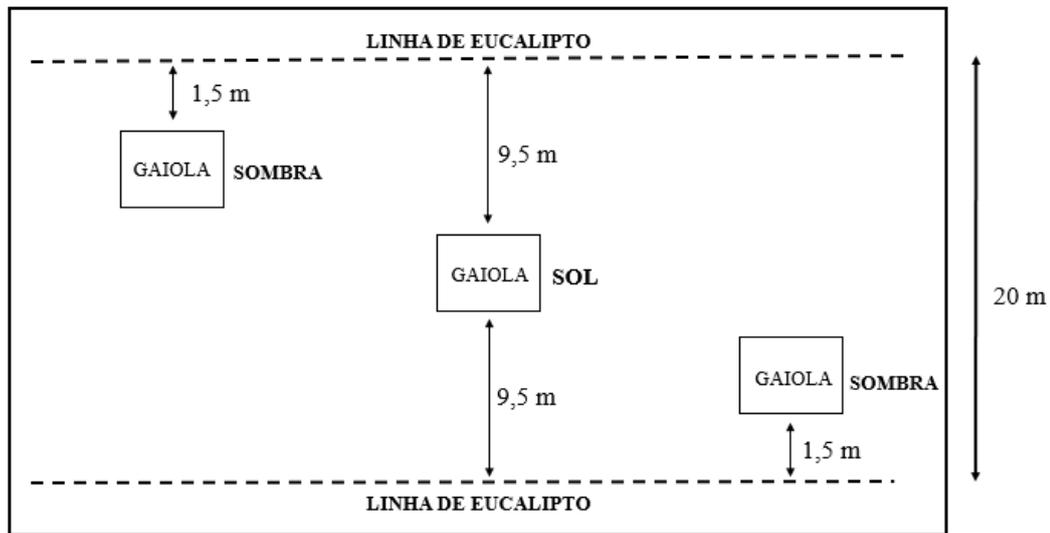
Figura 3 – Gaiola de exclusão para medição de taxa de acúmulo.



O acúmulo foi medido durante intervalos, em média, de 34 dias. Procurava-se duas áreas de alturas semelhantes, para em uma área alocar a gaiola e em outra área ser realizado o corte em moldura de PVC de 0,5 x 0,5 m (Figura 5). Foi implantado uma adaptação da metodologia e o corte das plantas foi realizado à altura de aproximadamente 5 cm da superfície do solo, com a justificativa de evitar taxa de acúmulo negativa em períodos frios. Portanto, foi realizado um corte no dia da inclusão da gaiola (para subtrair o que já havia crescido) e após 34 dias foi realizado o corte dentro da gaiola. Fez-se uso de nove gaiolas de exclusão, que foram distribuídas na área total, e como o plantio foi feito no sentido leste-oeste foram alocadas três gaiolas a direita das linhas de Eucalipto e três gaiolas a esquerda das linhas.

As gaiolas de sombra, na projeção da copa das árvores, eram alocadas a 1,5 metros perpendicular às linhas. E as gaiolas de sol, na entre linha, eram alocadas a 9,5 metros perpendicular às linhas das árvores (Figura 4). Após os cortes as gaiolas eram rotacionadas e fixadas em novos pontos, onde os mesmos eram definidos de maneira aleatória paralelo às linhas.

Figura 4 – Distribuição das gaiolas de exclusão no sistema silvipastoril.



As amostras foram colocadas em sacos plásticos, levadas para o laboratório de análise de produtos não-madeireiro, pesadas e acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de ventilação forçada de ar a 65°C, por 72 horas, para determinação da massa da matéria seca.

Calculou-se o acúmulo de matéria seca de forragem de acordo com o método agrônômico da diferença (Davies et al., 1993):

$$AF = MFf - MFi$$

Em que:

AF = acúmulo de forragem Kg ha⁻¹;

MFf = massa de forragem sob a gaiola no último dia de exclusão, dia 34 em Kg ha⁻¹;

MFi = Massa de forragem no dia da colocação da gaiola, dia 1 em Kg ha⁻¹.

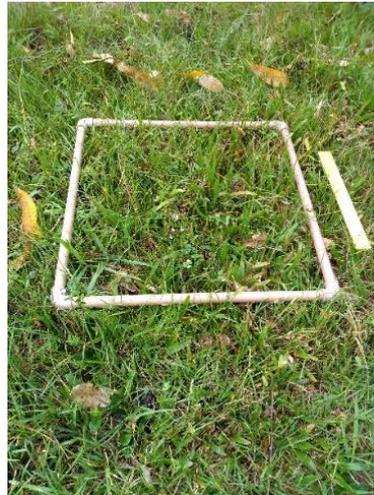
Esse resultado foi dividido pelo número de dias que a pastagem ficou excluída sob as gaiolas de exclusão e depois realizada a extrapolação para hectare.

4.2.2 Massa de Forragem

Para a estimativa de massa de forragem foi realizada a técnica da dupla amostragem (WILM et al., 1944). Realizou-se o caminhamento sistemático em toda a área de maneira sinuosa e alternada, de modo que a cada 30 passos alocou-se um ponto de avaliação. Foram realizados no total 45 pontos de avaliação e 10 cortes. A cada 4 pontos de avaliação a 5°

observação era realizado o corte rente ao solo e acima do mantilho² tendo por base uma moldura de PVC de 0,5 x 0,5 m para delimitar a unidade amostral (Figura 5).

Figura 5 – Gabarito de 0,25 m² de área.



Para a estimativa de altura do dossel forrageiro foi utilizada régua graduada em centímetros para as medições. Foi considerado o ponto de curvatura da lâmina para a medição, mantendo a régua a nível do solo. Em todos os pontos de avaliações da dupla amostragem foram tomados dados de altura em três pontos dentro da área útil do gabarito. As amostras foram pesadas e, posteriormente secas em estufa de ventilação forçada de ar a 65°C, por 72 horas, para determinação da massa da matéria seca. Para obter o valor de massa de forragem foi realizada regressão linear que correlacionou a altura da pastagem com a massa seca dos cortes, em que massa seca (MS) era a variável dependente e a altura (ALT) era a variável independente. Para cada mês obteve-se uma equação para estimar a produção de massa de forragem no período, não foram testados outros modelos pois não é usual esse procedimento para essa metodologia em estudos zootécnicos.

4.2.3 Lotação animal

Para definir a carga animal (CA) e a taxa de lotação (Tx Lot) o cálculo foi realizado para manejo contínuo do gado e considerou-se uma oferta de forragem de 8% na primavera 12% nas

² Material morto acima da superfície do solo.

demais estações do ano (PINTO et al. 2008). A oferta de forragem não foi calculada no trabalho, pois avaliou-se o manejo do produtor e o mesmo não realiza controle de oferta de forragem.

Carga animal:

$$CA = \frac{\frac{MF}{N^{\circ} \text{ dias}} + Tx \text{ ac}}{OF}$$

Em que:

CA = Carga animal (Kg peso vivo/ha);

MF = Massa de forragem (Kg ha⁻¹);

Tx ac = Taxa de acúmulo (Kg ha⁻¹ dia⁻¹);

OF = Oferta de forragem.

Taxa de lotação:

$$Tx \text{ Lot} = \frac{CA}{450}$$

Em que:

Tx Lot = Taxa lotação (UA/ha);

CA = Carga animal (Kg peso vivo/ha);

450 = Peso de uma unidade animal em Kg.

4.3 PRODUÇÃO FLORESTAL

4.3.1 Inventário florestal

Foi realizado um censo para a mensuração florestal do sistema. A circunferência a altura do peito (CAP) e a altura total de todas as árvores foram medidas com o auxílio de fita métrica e hipsômetro digital Vertex, respectivamente.

4.3.2 Estimativa do volume do sistema silvipastoril aos 4 e 16 anos

O sistema silvipastoril possui uma densidade de 166 árvores por hectare e foi realizada a estimativa de volume aos 4 anos de idade. Para possibilitar o cálculo do volume do sistema aos 4 anos optou-se por realizar o método de cubagem em pé, por meio de suta finlandesa

acoplada a uma régua, da árvore dg (árvore representativa) do sistema silvipastoril para a determinação do fator de forma.

Para a estimativa do volume das árvores do sistema aos 16 anos foi realizada a projeção do volume baseado na tabela de produção de Finger (1997) para *Eucalyptus grandis* em primeira rotação. Considerou-se o volume individual total com casca em que se multiplicou a densidade aos 16 anos pelo volume individual encontrado na tabela de produção.

O fator de forma e o volume aos 4 anos foi calculado da seguinte maneira:

Volume das seções por Smalian da árvore dg:

$$V_i = \left(\frac{g_i + g_{i+1}}{2} \right) * L_i$$

Em que:

V_n = volume da i-ésima tora (m³);

g_i = área da seção transversal na base da i-ésima tora (m²);

g_{i+1} = área da seção transversal no topo da i-ésima tora (m²);

L_i = comprimento da i-ésima tora (m).

Volume da ponteira:

$$V_p = \frac{g_n * l_n}{3}$$

Em que:

V_p = volume da ponteira (m³);

g_n = área basal na base na posição da última tora (m²);

l_n = comprimento da última tora (m).

Volume do toco:

$$V_t = g_0 * l_0$$

Em que:

V_t = volume do toco (m³);

g_0 = área basal na base do toco (m²);

l_0 = comprimento da base do toco até a primeira seção (m).

Volume rigoroso:

$$V_{\text{rigoroso}} = V_t + V_n + V_p$$

Em que:

V_{rigoroso} = volume rigoroso (m³);

V_t = volume do toco (m³);

V_n = volume das seções (m³);

V_p = volume da ponteira (m³).

Volume do cilindro:

$$V_{\text{cilindro}} = g_{DAP} * h_t$$

Em que:

V_{cilindro} = volume do cilindro (m³);

g_{DAP} = área de seção transversal do Diâmetro a Altura do Peito 1,30 (m²);

h_t = altura total (m).

Fator de forma a 1,30 m:

$$f = \frac{V_{\text{rigoroso}}}{V_{\text{cilindro}} 1,30}$$

Em que:

f = fator de forma;

V_{rigoroso} = volume rigoroso a 1,30 metros do solo (m³);

V_{cilindro} = volume do cilindro (m³).

Volume da árvore:

$$V = g_{DAP} * h_t * f$$

Em que:

V = volume da árvore (m³);

g_{DAP} = área basal do Diâmetro a Altura do Peito (m²);

$f_{1,30}$ = fator de forma.

Volume total por hectare:

$$V_t = \frac{\sum V}{\text{Área}}$$

Em que:

V_t = volume total por hectare ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$);

$\sum V$ = somatório do volume total (m^3);

Área = área inventariada do sistema silvipastoril (ha).

Foi calculado classes de diâmetro em intervalos de 2,5 cm, para obtenção da frequência relativa. Esse método foi realizado com a finalidade de identificar indivíduos que possivelmente não tendem a atingir o volume que foi estimado aos 16 anos. Optou-se por excluir 20% dos indivíduos referente as classes 7,44-9,94; 9,94-12,44 e 12,44-14,94 para não compor o volume final e conseqüentemente a receita final do ciclo de 16 anos (Tabela 1). Logo, a densidade final aos 16 anos será de 134 árvores/ha.

Tabela 1 – Frequência relativa de classes de diâmetro do sistema silvipastoril no arranjo de 3x 20 m aos 4 anos de idade.

CLASSE	Diâmetro %
7,44 - 9,94	1,79
9,94 - 12,44	3,58
12,44 - 14,94	15,82
14,94 - 17,44	40,30
17,44 - 19,94	30,15
19,94 - 22,44	6,87
22,44 - 24,94	1,19
24,94 - 26,90	0,30

4.4 ANÁLISE FINANCEIRA

4.4.1 Fluxo de caixa

Para a realização do fluxo de caixa considerou-se custos de implantação, manutenção e receitas oriundas do componente florestal. Consideraram-se os custos e receitas por hectare, os custos de implantação englobam custos com mudas, preparo do solo, adubação, combate a formiga, plantio, controle de plantas invasoras e mão-de-obra. Custos com manutenção englobam desrama e controle de formiga (Tabela 2).

O produto final, rotação de 16 anos, foi destinado para serraria. Foi considerado para serraria o valor de venda de R\$ 100,00 o m³, valores de venda na região de realização do estudo. Os preços condizem com a madeira em pé, o comprador é responsável pelo corte e transporte das toras para o beneficiamento.

Tabela 2 – Custos e receitas brutas da floresta em sistema silvipastoril no arranjo de 3x20 m em linhas simples, dados reais.

ATIVIDADES	ANO DE OCORRÊNCIA	CUSTO (R\$/ha)	RECEITA (R\$/ha)
Implantação	0	799,27	-
Manutenção	1 a 3	252,50	-
Manutenção	4 a 6	80,00	-
Venda madeira	16	-	25.728,00

4.4.2 Viabilidade financeira

Para a realização dos cálculos de viabilidade financeira utilizou-se uma taxa de juros de 3,00% ao ano adotada pelo programa Pronaf. Optou-se pelo Pronaf, pois é um programa desenvolvido e voltado para oferecer crédito ao agricultor familiar.

Para a análise financeira foram aplicados os seguintes métodos de avaliação de projetos:

Valor Presente Líquido – VPL

O valor presente líquido é a diferença do valor das receitas menos o valor dos custos no presente. Um VPL maior que zero é economicamente viável, sendo que o projeto que apresentar maior VPL é considerado o melhor (SILVA, 2002).

$$VPL = \sum_{j=0}^n R_j (1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j (1+i)^{-j}$$

Em que:

VPL = valor presente líquido (R\$ ha⁻¹);

R_j = valor atual das receitas (R\$ ha⁻¹);

C_j = valor atual dos custos (R\$ ha⁻¹);

i = taxa de juros (%);

j = período em que a receita ou o custo ocorrem (R_j ou C_j);

n = número de períodos ou duração do projeto (anos).

Taxa Interna de Retorno – TIR

Taxa anual de retorno do capital que foi investido, é a taxa de desconto que iguala o valor atual das receitas e dos custos. Também pode ser interpretada como a taxa média de crescimento de um investimento (REZENDE; OLIVEIRA, 2013).

$$\sum_{j=0}^n R_j (1+TIR)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j (1+TIR)^{-j} = 0$$

Em que:

TIR = taxa interna de retorno (% a.a);

R_j = valor atual das receitas (R\$ ha⁻¹);

C_j = valor atual dos custos (R\$ ha⁻¹);

n = número de períodos ou duração do projeto (anos).

Razão Benefício/Custo – B/C

Define a relação entre as receitas no presente e os custos no presente. Se $B/C > 1$ o investimento é considerado viável (REZENDE; OLIVEIRA, 2013).

$$B/C = \frac{\sum_{j=0}^n R_j (1+i)^{-j}}{\sum_{j=0}^n C_j (1+i)^{-j}}$$

B/C = razão benefício custo;

R_j = valor atual das receitas (R\$ ha⁻¹);

C_j = valor atual dos custos (R\$ ha⁻¹);

i = taxa de juros (%);

j = período em que a receita ou o custo ocorrem (R_j ou C_j);

n = número de períodos ou duração do projeto (anos).

4.4.3 Análise de sensibilidade

Para efeito de comparação foi realizado uma análise de sensibilidade utilizando a taxa de juros da Selic 4,50 % de 11 de dezembro de 2019 e uma taxa de 10,00% ao ano.

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

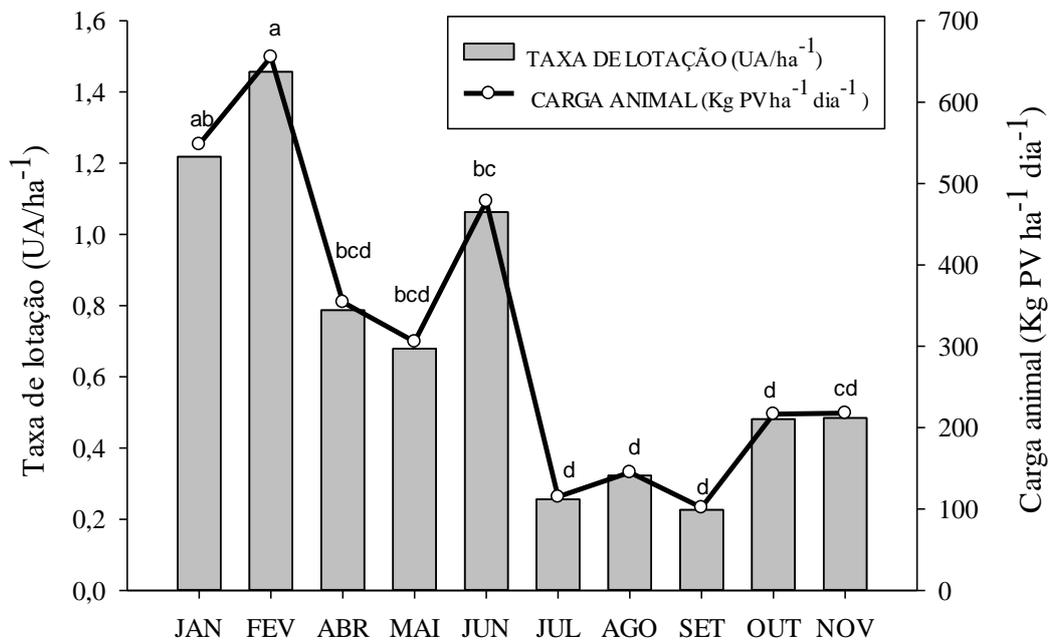
Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey e por regressão linear, a 5% de probabilidade de erro. Utilizou-se o programa estatístico R e o programa SAS.

5 RESULTADOS

5.1 CAPACIDADE DE SUPORTE ANIMAL EM SISTEMA SILVIPASTORIL

Nos meses da estação de verão e outono é possível manter maior carga animal e taxa de lotação no sistema silvipastoril em relação aos meses da estação de inverno e primavera (Figura 6). A máxima carga animal foi de 655,42 Kg PV ha⁻¹ dia⁻¹ em fevereiro e a mínima em setembro, 101,86 Kg PV ha⁻¹ dia⁻¹. Na primavera tem-se menor taxa de lotação que no outono. Nos meses de inverno é o período em que é possível manter a menor carga e menor taxa de lotação no ano (Tabela 3).

Figura 6 – Carga animal (Kg PV ha⁻¹ dia⁻¹) e taxa de lotação (UA/ha⁻¹) em sistema silvipastoril no arranjo de 3x20 m, linha simples com pastagem natural nos diferentes meses do ano de 2019.



*Ausência mês de março e dezembro: problemas de coleta.

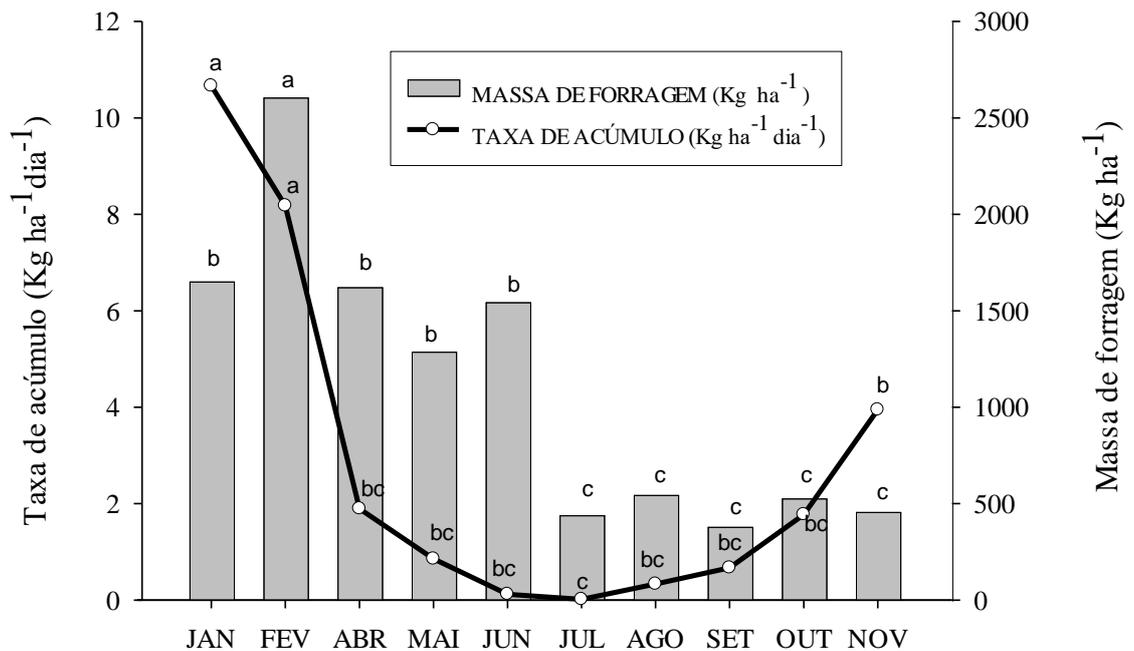
Tabela 3 – Resultados da análise de variância para carga animal (A) e taxa de lotação (B) nos distintos meses do ano de 2019.

VARIÁVEL (A)	GL	SQ	QM	Fc	Pr > F
Tratamento	9	1330552	147839	18,71	6,9776e ⁻⁰⁸
Resíduo	20	158033	7902		
CV (%)	27,01				
VARIÁVEL (B)	GL	SQ	QM	Fc	Pr > F
Tratamento	9	6,5941	0,73268	18,68	7,0654e ⁻⁰⁸
Resíduo	20	0,7843	0,03922		
CV (%)	27,07				

Em que: GL = grau de liberdade; SQ = soma de quadrado; QM = quadrado médio; Fc = F calculável; CV (%) = coeficiente de variação.

A taxa de lotação e a carga animal que o sistema silvipastoril pode manter estão diretamente relacionadas com a produção forrageira de massa de forragem e taxa de acúmulo. Nos meses de janeiro, fevereiro e novembro tem-se as maiores taxas de acúmulo com $10,67 \text{ Kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, $8,18 \text{ Kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ e $3,95 \text{ Kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, respectivamente, em relação aos demais meses (Figura 7).

Figura 7 – Taxa de acúmulo e massa de forragem em sistema silvipastoril no arranjo de 3x20 m, linha simples com pastagem natural nos diferentes meses do ano de 2019.



*Ausência mês de março e dezembro: problema de coleta.

Já nos meses de julho tem-se a menor taxa de acúmulo do ano, chegando a $0,02 \text{ Kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. A partir das equações de regressão foi possível obter a massa de forragem em cada mês (Tabela 5). A produção de massa de forragem foi superior nos meses de estação de verão com uma produção de até $2607,41 \text{ Kg ha}^{-1}$ em fevereiro e na estação de outono com $1624,79 \text{ Kg ha}^{-1}$ no mês de abril. Na primavera, a produtividade foi de $528,79 \text{ Kg ha}^{-1}$ no mês de outubro,

enquanto que no inverno ocorreu a menor produção do ano de 381,28 Kg ha⁻¹ no mês de setembro (Tabela 4).

Tabela 4 – Resultados da análise de variância para taxa de acúmulo (A) e massa de forragem (B) nos distintos meses do ano de 2019.

VARIÁVEL (A)	GL	SQ	QM	Fc	Pr > F
Tratamento	9	975,18	108,35	19,35	8,8458e ⁻¹⁶
Resíduo	70	391,97	5,60		
CV (%)	82,35				
VARIÁVEL (B)	GL	SQ	QM	Fc	Pr > F
Tratamento	9	230715796	25635088	34,32	1,0013e ⁻⁴⁵
Resíduo	440	328652510	746938		
CV (%)	77,87				

Em que: GL = grau de liberdade; SQ = soma de quadrado; QM = quadrado médio; Fc = F calculável; CV (%) = coeficiente de variação.

Tabela 5 – Equações para estimar massa de forragem nos diferentes meses de 2019, em sistema silvipastoril com pastagem natural.

MÊS	EQUAÇÃO	R	Pr > t
JANEIRO	$MS = 249,79 * ALT$	0,94	6,37e ⁻⁰⁷
FEVEREIRO	$MS = 249,79 * ALT$	0,94	6,37e ⁻⁰⁷
ABRIL	$MS = 251,64 * ALT$	0,90	6,29e ⁻⁰⁶
MAIO	$MS = 262,02 * ALT$	0,94	8,13e ⁻⁰⁷
JUNHO	$MS = 230,52 * ALT$	0,88	1,8e ⁻⁰⁵
JULHO	$MS = 66,73 * ALT$	0,65	0,00262
AGOSTO	$MS = 115,76 * ALT$	0,66	0,00237
SETEMBRO	$MS = 73,204 * ALT$	0,95	3,42e ⁻⁰⁵
OUTUBRO	$MS = 92,41 * ALT$	0,80	0,00019
NOVEMBRO	$MS = 79,159 * ALT$	0,96	4,73e ⁻⁰⁸

Em que: MS= massa seca; ALT= altura.

5.2 PRODUÇÃO FORRAGEIRA NO SOL E NA SOMBRA

A partir das gaiolas de exclusão obteve-se a produção de pastagem natural por dia, taxa de acúmulo, no sol (pastagem localizada na entre linha do sistema) e na sombra (na projeção da copa das árvores do sistema) (Figura 8). A produtividade de forragem nestas duas posições, sol e sombra, não diferiram entre si (Tabela 6). As médias anuais foram muito similares com $2,70 \text{ Kg ha}^{-1}\text{dia}^{-1}$ no sol e $3,09 \text{ Kg ha}^{-1}\text{dia}^{-1}$ na sombra.

Figura 8 – Taxa de acúmulo no sol e na sombra em sistema silvipastoril no arranjo de 3 x 20 m, linha simples com pastagem natural nos diferentes meses do ano de 2019.

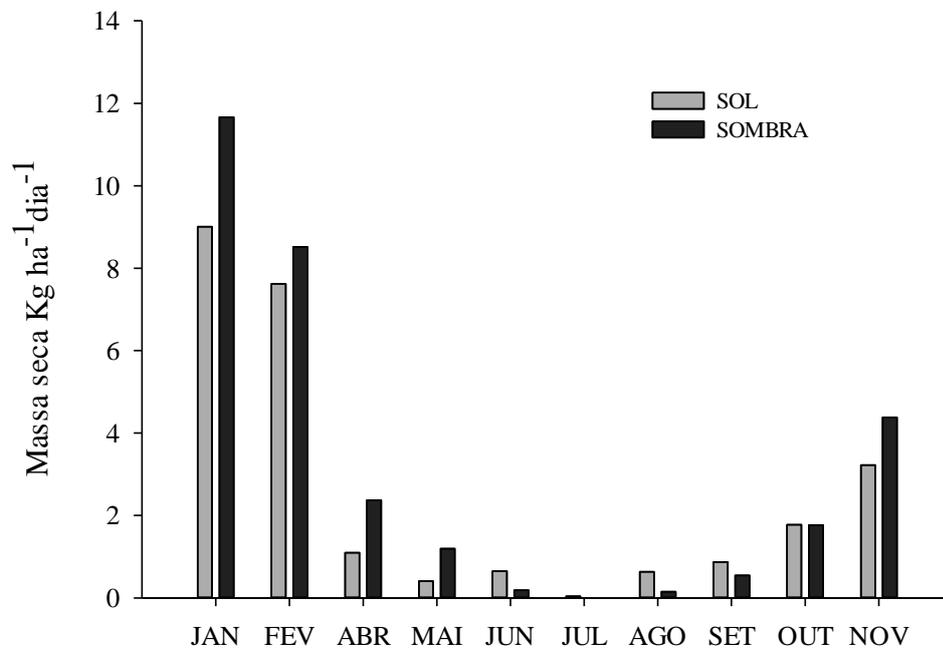


Tabela 6 – Resultado da análise de variância da produção de taxa de acúmulo, massa seca, pastagem natural nos tratamentos sol e sombra em sistema silvipastoril.

VARIÁVEL	GL	SQ	QM	Fc	Pr > F
Tratamento	1	3,14	3,1429	0,19403	0,66069 ^{ns}
Resíduo	86	1393,05	16,1982		
CV (%)	136,46				

Em que: GL = grau de liberdade; SQ = soma de quadrado; QM = quadrado médio; Fc = F calculável; CV (%) = coeficiente de variação; ns = não significativo.

5.3 VIABILIDADE FINANCEIRA DA FLORESTA

A análise de viabilidade financeira mostra a viabilidade do componente florestal no sistema silvipastoril pelos critérios de VPL e TIR, exceto o B/C na taxa de 10%. O valor do VPL foi positivo, logo, a receita supera os custos quando descapitalizado pela taxa de juros de 3%, 4,5% e 10% considerando um horizonte de 16 anos (Tabela 7).

A TIR representa o retorno do capital que foi investido no projeto e superou a taxa mínima de atratividade (3%, 4,5% e 10%). A relação B/C foi maior que 1 na taxa de 3% a cada um real investido tem-se um retorno de R\$ 0,52. E na taxa de 4,5%, a cada um real investido tem-se retorno de R\$ 0,33 mostrando a viabilidade financeira a partir desse critério de avaliação, nessas taxas.

Tabela 7 – Valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) do componente florestal do sistema silvipastoril no arranjo de 3x20 m em linha simples.

CRITÉRIOS	RESULTADOS		
	3%	4,5%	10%
Valor Presente Líquido (VPL)	R\$14,312.26	R\$11,035.61	R\$4,022.49
Taxa Interna de Retorno (TIR)	19,79%	19,79%	19,79%
Razão Benefício Custo (B/C)	1,52	1,33	0,79

A partir do inventário florestal e cubagem das árvores foi possível obter a produção aos 4 anos. Para a idade de 4 anos o diâmetro, altura e fator de forma são da árvore dg do sistema

silvipastoril, ou seja, a árvore média representativa do sistema. E a produção aos 16 anos são dados da tabela de produção (Tabela 8).

Tabela 8 – Medidas dendrométricas e volume aos 4 e 16 anos do sistema silvipastoril em arranjo de 3x20 m em linha simples.

IDADE	DAP MÉDIO (cm)	ALTURA MÉDIA (m)	FATOR DE FORMA	VOLUME INDIVIDUAL (m³)	VOLUME (m³/ha)	DENSIDADE (árvores/ha)
4 anos	19,70	16,00	0,39	0,19	31,54	166
16 anos	42	38	-	1,92	257,28	134

6 DISCUSSÃO

6.1 CAPACIDADE DE SUPORTE ANIMAL EM SISTEMA SILVIPASTORIL

Carga animal e taxa de lotação são maiores em meses de estação de verão pois é nessa época que ocorre as maiores taxas de acúmulo e produção de massa de forragem. Após a estação de verão é possível manter maior quantidade de animais no outono, porque nessa estação teve uma produção de massa de forragem equivalente aos meses da estação de verão, mesmo com a queda da taxa de acúmulo considerável em relação ao verão, já demonstrando o efeito de fatores climáticos sobre essa variável, como por exemplo precipitação e temperatura. No outono o gado pastejou o sistema até junho, sendo retirado do campo nativo e alocado em pastagem cultivada de azevém.

Na estação de inverno é viável manter a menor quantidade de animais no ano, pois nesses meses tem-se as menores taxas de acúmulo e menor produção de massa de forragem, vale ressaltar que os resultados obtidos no inverno não tiveram interferência animal na massa de forragem e nem da sobressemeadura de azevém pois essa espécie praticamente não teve brotação. Nos meses de outubro e novembro, pertencentes a primavera, mantem-se menos animais que no verão e outono devido a menor massa de forragem, pois as taxas de acúmulo foram maiores que as taxas medidas no outono. Essa menor produção em massa de forragem pode estar relacionada ao retorno do gado para o campo nativo na primavera, a partir do mês de outubro.

Rizo et al. (2004) ao compararem a produção de forragem e produção animal em pastagem nativa e pastagem nativa sobressemeada com espécies hibernais com e sem uso de herbicida em dois níveis de fertilização obteve uma carga média anual de 237 Kg PV ha⁻¹ em

pastagem nativa. No presente estudo a carga média em um ano foi de 329,77 Kg PV ha⁻¹. As diferenças entre esse estudo e de Rizo et al. (2004) podem estar relacionados a diferença de composição florística dos campos da Depressão Central em relação a pastagem de Bagé, além de fatores ligados a sítio como por exemplo o tipo e características do solo. E, no presente estudo os resultados de variáveis no inverno não tiveram interferência animal, enquanto que nos estudos de Rizo et al. (2004) as variáveis obtidas no inverno foram sob pastejo.

Mezzalira et al. (2012) ao avaliarem o manejo da pastagem com diferentes ofertas de forragem sobre o desempenho animal e vegetal observou que o tratamento com oferta de forragem de 12% fixo ao longo do ano mantém uma carga animal média de 303 Kg PV ha⁻¹, carga muito próximo a desse trabalho (329,77 Kg PV ha⁻¹). Essa pequena diferença pode estar relacionada ao manejo pois a carga animal encontrada no estudo de Mezzalira et al. (2012) foi medida a partir de uma oferta de forragem diária de 12% e no presente estudo não teve esse controle de oferta diária de forragem. Sendo que na oferta de 8-12% (8% na primavera e 12% nas demais estações do ano) Mezzalira et al. (2012) encontraram uma carga de 420 Kg PV ha⁻¹, com carga animal maior que a encontrada para esse estudo, o que pode ser relacionado ao controle de oferta diário e da carga animal.

Por isso optou se por usar dados da literatura encontrados em ofertas de forragem de 4% e 8%, pois em uma baixa oferta de forragem (4%) campo de perfil uniforme (característico da área de estudo) a massa de forragem varia de 500 a 850 Kg MS ha⁻¹. E a na oferta de 8% a massa de forragem fica entre 800 e 1200 Kg MS ha⁻¹, valores muito semelhantes aos encontrados nesse estudo (CARVALHO, 2017).

O trabalho de Aguinaga (2004) avaliou a carga animal e a taxa de lotação em diferentes ofertas de forragem na primavera, verão, outono e inverno. Na estação de verão encontrou uma carga de 690 Kg PV ha⁻¹ no tratamento, oferta de 4%, no presente estudo fazendo-se a média dos valores de carga animal avaliados no verão chegou-se a uma carga de 601,84 Kg PV ha⁻¹, dessa maneira evidenciando a semelhança entre ambos os trabalhos. No outono chegou a uma carga na oferta de 8% de 374 Kg PV ha⁻¹ e, no presente estudo, considerando a média do período de outono, uma carga de 379,33 Kg PV ha⁻¹. No inverno, na oferta de 4%, chegou a 343 Kg PV ha⁻¹ enquanto esse estudo a 120,68 Kg PV ha⁻¹. Na primavera esse estudo chegou a um suporte de carga de 217,24 Kg PV ha⁻¹, enquanto Aguinaga na oferta de 8% chegou a 581 Kg PV ha⁻¹ de suporte animal.

Esse mesmo estudo avaliou a taxa de lotação e na oferta de 8% consegue manter no verão, outono, inverno e primavera, 2,33, 1,74, 1,1 e 1,88 unidades animais por hectare, respectivamente. Já nesse estudo é possível manter 1,34, 0,84, 0,27 e 0,48 para verão, outono, inverno e primavera, respectivamente. Essas diferenças devem se ao fato que para calcular o número de animais por hectare Aguinaga considerou o peso médio dos animais que pastejaram a área, nesse caso 250 Kg, e o presente estudo considerou peso de 450 Kg referente a uma unidade animal.

Nos meses de verão e primavera tem-se as maiores taxas de acúmulo devido as maiores temperaturas, maior incidência de radiação solar (energia que é disponibilizada pela luz solar que é utilizada pela folha para a realização da fotossíntese) e maior volume de chuvas, o que evidencia a importância dos fatores climáticos sobre esta variável. No outono e inverno tem-se as menores taxas de acúmulo, pois as baixas temperaturas e menor incidência solar são restritivas ao crescimento vegetal.

Soares et al. (2005) encontraram taxas de acúmulo em 10,9; 12,5; 2,4 e 0,8 Kg ha⁻¹ dia⁻¹ de matéria seca a uma oferta de 8% na primavera, verão, outono e inverno, respectivamente. E, nesse trabalho, considerando a média dos meses de cada estação, 2,86; 9,42; 0,96 e 0,34 Kg ha⁻¹ dia⁻¹ para primavera, verão, outono e inverno, respectivamente. Essa diferença, na primavera, entre ambos os trabalhos pode estar relacionada ao período de frio que se prolongou no ano de 2019.

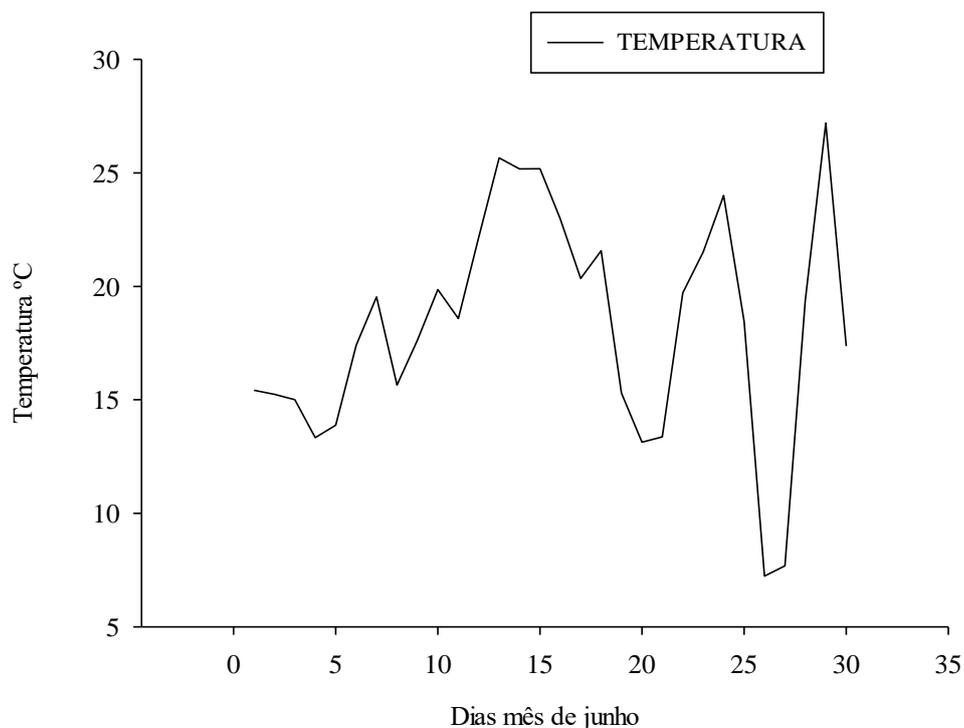
No trabalho de Aguinaga (2004) para uma oferta de 4% para primavera, verão, outono e inverno mediu taxas de acúmulo de 16,3; 16,3; 2 e 1,8 Kg ha⁻¹ dia⁻¹. Nesse estudo o autor atestou que a taxa de acúmulo é dependente da massa de forragem. E essas diferenças entre o estudo de Aguinaga e esse estudo, pode ser justificado pois as respostas obtidas por Aguinaga são de uma área experimental que durante muitos anos são testados os mesmos tratamentos, ou seja, a pastagem tem um perfil de produção.

O manejo da pastagem realizado em período anterior influencia no acúmulo de forragem e a intensidade do pastejo reduz a quantidade das folhas e das raízes das plantas interferindo no crescimento e na rebrota. A taxa de acúmulo é mais sensível a condições climáticas em menores ofertas de forragem e no inverno é possível que taxas de senescência ultrapassem as taxas de crescimento (CARVALHO, 2017).

As maiores produções de massa de forragem no verão e outono além de estarem relacionadas com a temperatura, pluviosidade, incidência solar também estão relacionadas com a interferência animal por meio do pastejo.

O gado não é mantido apenas no sistema silvipastoril de 2 hectares e sim em uma área total de 12 hectares de campo nativo, logo não se tem o controle de quanto tempo o gado pasteja no sistema silvipastoril. Quanto no mês de junho ter ocorrido maior produção de massa de forragem pode estar relacionado a retirada dos animais da pastagem nativa, pois sem pastoreio não ocorreu o consumo, assim como pode estar relacionado a fatores climáticos como a oscilação de temperatura no mês (Figura 9). A menor massa de forragem na primavera em relação ao verão e outono pode estar relacionada ao pastejo, pois na primavera os animais retornam a pastejar o sistema silvipastoril. E também pode ser justificado pela dependência das reservas orgânicas e de área foliar para dar início ao crescimento do componente forrageiro após o inverno (CARVALHO, 2017).

Figura 9 – Temperatura média diária no mês de junho, ano de 2019, durante período experimental. Dados estação meteorológica de Santa Maria.



Fonte: INMET, 2019.

Para massa de forragem Neves et al. (2009) com o objetivo de analisar a estrutura da vegetação de um campo nativo no município de Eldorado de Sul, na Depressão Central avaliaram as diferentes ofertas de forragem e chegaram a valores de produção de massa de forragem de 1170 Kg ha⁻¹ de massa seca, média anual, a uma oferta de 8%. Enquanto nesse estudo chegou se a 1141,81 Kg ha⁻¹. Soares et al. (2005) a uma oferta de 8% obtiveram uma produção de 979 Kg ha⁻¹, 1260 Kg ha⁻¹, 1475 Kg ha⁻¹ e 961 Kg ha⁻¹ para primavera, verão, outono e inverno, respectivamente. No presente trabalho para primavera, verão, outono e inverno 493,66, 2130,59, 1486,62 e 456,38 Kg ha⁻¹ de massa seca, respectivamente.

Nesses caso a massa de forragem é diretamente influenciada pelo manejo de pastejo, além de fatores climáticos, entre presença e ausência animal. Nesses dois estudos o método de pastejo foi o contínuo com taxa de lotação variável e com controle de oferta de forragem diário. Nesse trabalho apesar de o método de pastejo ser contínuo a taxa de lotação era fixa sem controle de oferta de forragem.

Realizar o manejo da oferta de forragem é importante para a produção animal e vegetal, pois é necessário ofertar folhas suficientes para garantir o ganho animal ao passo que é necessário deixar parte aérea o suficiente para a planta seguir produzindo, esse manejo altera a produtividade e a estrutura do campo nativo. A interferência por meio da carga animal é a variável antropogênica determinante da capacidade produtiva dos ecossistemas pastoris (CARVALHO, 2017).

6.2 PRODUÇÃO FORRAGEIRA NO SOL E NA SOMBRA

Por não ter ocorrido diferença de produção de pastagem natural entre sol e sombra, evidencia que a sombra não foi limitante ao crescimento da forragem, considerando o sombreamento de árvores de *Eucalyptus grandis* com 4 anos de idade plantadas em linhas simples no espaçamento de 3 x 20 m. Pillar et al. (2002) ao avaliarem a composição florística e tipos funcionais (C₃ e C₄) de espécies de campo nativo sob um plantio de Eucalipto de dois anos de idade, constataram que o arranjo de espécies sob o plantio de árvores está relacionado a intensidade de sombreamento. O aumento do sombreamento determina a vegetação campestre reduzindo a predominância de espécies C₄ e aumentando as espécies do tipo C₃, que são mais resistentes ao sombreamento, mas que em graus mais altos de sombreamento tendem a reduzir a sua cobertura. Logo não ter ocorrido diferença de produção forrageira entre sol e sombra

pode estar relacionado a essa dinâmica de tipos funcionais das espécies da pastagem natural sob o sistema silvipastoril. Além da baixa densidade de árvores junto a baixa idade, com 4 anos.

A diferença entre meses e estações está diretamente relacionada a fatores climáticos de temperatura, incidência solar e pluviosidade, características de cada estação.

6.3 VIABILIDADE FINANCEIRA DA FLORESTA

A análise de viabilidade financeira demonstrou que o componente florestal é viável nas taxas de 3%, 4,5% e 10%. Exceto a relação B/C a 10%, mesmo não sendo viável por esse critério todos os demais critérios apresentam a viabilidade da implantação do componente florestal. Sendo que a TIR é 19,79%, ou seja, 9,79% a mais que a taxa de 10% aplicada. Devido ao espaçamento de 3x20 m tem-se uma baixa densidade de árvores, 166 árvores por hectare, o que acaba se transformando em um baixo custo de implantação e manutenção. Árvores em maiores espaçamentos tendem a ganhar maior incremento em diâmetro resultando em maior ganho na venda da madeira.

Estudos encontraram que sistemas de consórcio são viáveis financeiramente (Oliveira et al., 2008, Weimann, Farias, Deponti, 2017). Weimann, Farias, Deponti (2017) ao compararem a viabilidade financeira apenas do componente florestal entre um sistema agrossilvipastoril e plantio convencional em pequena propriedade rural a uma taxa de 7,5 % ao ano para uma rotação de 15 anos, atestou que o sistema agrossilvipastoril foi viável com um VPL de 10.848,88 R\$ ha⁻¹ e TIR de 24,83 % ao ano e B/C de 6,80 em uma densidade de 500 árvores por hectare. Oliveira et al. (2008) ao avaliarem a viabilidade financeira de um sistema silvipastoril com *Eucalyptus grandis* aos 4 anos de idade plantado em fileiras triplas no espaçamento de 3x1,5 m entre árvores e 34 metros em fileiras (densidade de 500 indivíduos por hectare), a uma taxa de juros de 6% ao ano e um horizonte de 21 anos encontrou valor de VPL de 7.239,06 R\$/ha, mostrando ser viável a partir desse critério de análise.

Cordeiro et al. (2018) realizaram simulação para analisar a rentabilidade financeira em diferentes espaçamentos do componente florestal de um sistema agrossilvipastoril com eucalipto, arroz, soja e gado. Na análise utilizaram como critério de análise financeira o valor presente líquido, taxa interna de retorno, razão benefício custo e benefício periódico equivalente. Para o sistema com eucalipto no espaçamento de 10x6 m (densidade de 166 árvores

por hectare) a uma taxa de juros de 8,75% e um horizonte de 14 anos encontrou VPL de 12.979,14 R\$/ha e uma TIR de 22%.

Ribaski et al. (2009) ao avaliarem a taxa interna de retorno de um sistema silvipastoril e considerando uma taxa mínima de atratividade de 3,72% ao ano para um horizonte de planejamento de 21 anos e eucalipto plantado em linhas triplas com espaçamento de 3x1,5 m e 14 metros entre linhas triplas e eucalipto plantado em linhas triplas com espaçamento de 3x1,5 m e 34 metros de linhas. As duas configurações de sistemas silvipastoris apresentaram TIR superior a TMA quando não foi considerado o valor da compra da terra e realizado desbaste, exceto a configuração de 3x1,5 m entre árvores e 34 metros entre renques, que não apresentou viabilidade. O estudo de Ribaski et al. (2009) considerou os custos do componente animal e componente forrageiro do sistema, e as receitas.

7 CONCLUSÃO

- O sistema silvipastoril pode manter em média 329,77 Kg PV ha⁻¹ carga animal anual e 0,73 UA/ha lotação animal anual;
- O sistema produz em média 3,39 Kg ha⁻¹ dia⁻¹ taxa de acúmulo anual e 1141,81 Kg ha⁻¹ massa de forragem;
- Não ocorreu diferença de produção em termos de Kg ha⁻¹ dia⁻¹ de pastagem natural entre sol e sombra, ou seja, o sombreamento não influenciou no crescimento da pastagem;
- A floresta em sistema silvipastoril proporciona resultado financeiro positivo. E uma projeção de produção aos 16 anos de 257,28 m³/ha.

8 RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se o acompanhamento do estudo até o final do ciclo do eucalipto, visto que as projeções das copas das árvores irão aumentar com o avanço da idade. E ser necessário avaliar no longo prazo a influência da sombra das árvores na produção da pastagem natural em sistema silvipastoril.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUINAGA, A. J. Q. **Manejo da oferta de forragem e seus efeitos na produção animal e na produtividade primária de uma pastagem natural na Depressão Central do Rio Grande do Sul**. 2004. 89 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)–Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- ALVARES. C. A. et al. Koppen’s climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ANDRADE, C. M. S.; SALMAN, A. K. D.; OLIVEIRA, T. K. **Guia arbopasto: manual de identificação e seleção de espécies arbóreas para sistemas silvipastoris**. Embrapa. Brasília, 2012. 345 p.
- BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. de O.; STONE, L. F. **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. 1. ed. Brasília, 2011. 130 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura**. 2012. 173 p.
- CARVALHO, P. C. F. et al. Nativão: 30 anos de pesquisa em campo nativo. **Boletim Técnico**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2017.
- CORDEIRO, S. A. et al. Simulação da Variação do Espaçamento na Viabilidade Econômica de um Sistema Agroflorestal. **Floresta e Ambiente**, v. 25, p. 1-8, 2018.
- DAVIES, D. A.; FUTHERGILL, M.; MORGAM, C. T. Assessment of contrasting perennial ryegrasses with and white clover, under continuous stocking in the uplands. 5. Herbage production, quality and intake in years 4-6. **Grass and Forage Science**, v. 48, n. 3, p. 213-222, 1993.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **ILPF em núm3r05: região 7 RS e SC**. Cartilha. 2017. p. 16.
- FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente** – para aves, suínos e bovinos. 3 ed. Viçosa, 2015. 526 p.
- FINGER, C. A. G. Tabelas para o manejo florestal de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*, em primeira e segunda rotações. **Centro de Pesquisas Florestais**, Santa Maria, p. 87, 1997.
- GEREMIA, E. V. et al. Sward structure and herbage intake of *Brachiaria brizantha* cv. Piatã in a crop-livestock-forestry integration area. **Livestock Science**, p. 83-92, 2018.
- GIRO, A. et al. Behavior and body surface temperature of beef cattle in integrated crop-livestock systems with or without tree shading. **Science of the Total Environment**, p. 587-596, 2019.

HELDWIEN, A. B.; BURIOL, G. A.; STRECK, N. A. O clima de Santa Maria. **Ciência e Ambiente**, v. 38, p. 43-58, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo agropecuário de 2006: agricultura familiar, primeiros resultados. Rio de Janeiro: IBGE. 2006.

KLINGMAN, D. L.; MILES A. R.; MOTT, G. O. The cage method for determining consumption and yield of pasture herbage. **Journal of the American Society of Agronomy**, n. 9, 1943.

LOSS, A. et al. Atributos físicos e químicos do solo em sistemas de consórcio e sucessão de lavoura. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 5, p. 1347–1357, 2014.

MACEDO, R. L. G.; VALE, A. B.; VENTURIN, N. **Eucalipto em sistemas agroflorestais**. Lavras, 2010. 331 p.

MEZZALIRA, J. C. et al. Produção animal e vegetal em pastagem nativa manejada sob diferentes ofertas de forragem por bovinos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, p. 1264-1270, 2012.

NEVES, F. P. et al. Caracterização da estrutura da vegetação numa pastagem natural do Bioma Pampa submetida a diferentes estratégias de manejo da oferta de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 9, p. 1685-1694, 2009.

OLIVEIRA, E. B. et al. Produção, carbono e rentabilidade econômica de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus grandis* em sistemas silvipastoris no sul do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 57, p. 45-56, 2008.

PILLAR, V. P.; BOLDRINI, I. I.; LANGE, O. Padrões de distribuição espacial de comunidades campestres sob plantio de eucalipto. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 6, p. 753-761, 2002.

PILLAR, V. P.; MULLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. **Campos sulinos**-conservação e uso sustentável da biodiversidade. 2009. p. 403.

PINTO, C. E. et al. Produções primária e secundária de uma pastagem natural da Depressão Central do Rio Grande do Sul submetida a diversas ofertas de fitomassa aérea total. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 10, p. 1737-1741, 2008.

PORTUGAL, T. B. **Estudo de caso fazenda união - viabilidade econômica de recuperação de pastagem e implantação de um sistema silvipastoril**. 2015. 64 p. Dissertação (Mestrado em Agronegócio)—Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

REZENDE, J.L.P.; OLIVEIRA, A.D. **Análise econômica e social de projetos florestais**. 3 ed. Viçosa, 2013. 385 p.

- RIBASKI, S. A. G.; HOEFLICH, V. A.; RIBASKI, J. Sistemas silvipastoris como apoio ao desenvolvimento rural para a região sudoeste do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 60, p. 27-37, 2009.
- RIZO, L. M. et al. Desempenho de pastagem nativa e pastagem sobre-semeada com forrageiras hibernais com e sem glifosato. **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p. 1921-1926, 2004.
- SANTOS, D. C. et al. Forage dry mass accumulation and structural characteristics of Piatã grass in silvopastoral systems in the Brazilian savannah. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, p. 16-24, 2016.
- SANTOS, S. S.; GRZEBIELUCKAS, C. Sistema silvipastoril com eucalipto e pecuária de corte: uma análise de viabilidade econômica em uma propriedade rural em Mato Grosso – Brasil. **Custos e @gronegócio on line**, v. 10, n. 3, 2014.
- SILVA, I. C. **Sistemas agrofloretais: conceitos e métodos**. 1 ed. Itabuna, 2013. 308 p.
- SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. **Economia florestal**. Viçosa, 2002. 178 p.
- SOARES, A. B. et al. Produção animal e de forragem em pastagem nativa submetida a distintas ofertas de forragem. **Ciência Rural**, v. 35, n. 5, p. 1148-1154, 2005.
- TORRES, C. M. M. E. **Estocagem de carbono e inventário de gases de efeito estufa em sistemas agrofloretais, em viçosa, MG**. 2015. 97 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.
- TORRES, C. M. M. E. et al. Sistemas Agrofloretais no Brasil: Uma abordagem sobre a estocagem de carbono. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 34, n. 79, p. 235, 2014.
- WAQUIL, P. D. et al. **Pecuária familiar no Rio Grande do Sul: história, diversidade social e dinâmicas de desenvolvimento**. Porto Alegre, 2016. 288 p.
- WEIMANN, C.; FARIAS, J. A.; DEPONTI, G. Viabilidade econômica do componente arbóreo de sistema agrossilvipastoril comparado ao de plantio florestal na pequena propriedade rural. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 92, p. 429-436, 2017.
- WILM, H. G.; COSTELLO, D. F.; KLIPPLE, G. E. Estimating forage yield by the double-sampling method. **Journal of American of Society Agronomy**, v.36, n.1, p.194-203, 1944.