



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS

Deleon Demoner Caulyt Figueiredo

Alterações microclimáticas no sistema silvipastoril com núcleos arbóreos:
uma abordagem local para uma mudança climática global

Florianópolis

2022

Deleon Demoner Caulyt Figueiredo

Alterações microclimáticas no sistema silvipastoril com núcleos arbóreos:
uma abordagem local para uma mudança climática global

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de mestre em Agroecossistemas.

Orientador: Prof. Abdon Luiz Schmitt Filho, Dr.

Coorientadores: Profa. Daniele Cristina da Silva Kazama, Dra. e Prof. Sergio Augusto Ferreira de Quadros, Dr.

Florianópolis

2022

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

Figueiredo, Deleon D.C.

Alterações microclimáticas no sistema silvipastoril com núcleos arbóreos : uma abordagem local para uma mudança climática global / Deleon D.C. Figueiredo ; orientador, Abdon Luiz Schmitt Filho, coorientadora, Daniele Cristina da Silva Kazama, 2022.

75 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, , Programa de Pós-Graduação em , Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. . 2. Nucleação. 3. Ambiente térmico. 4. Mitigação. 5. Mata Atlântica. I. Luiz Schmitt Filho, Abdon. II. da Silva Kazama, Daniele Cristina . III. Ferreira de Quadros, Sergio Augusto IV. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em . V. Título.

Deleon Demoner Caulyt Figueiredo

Título: Alterações microclimáticas no sistema silvipastoril com núcleos arbóreos:
uma abordagem local para uma mudança climática global

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado em 22 de novembro de 2022, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Diego Peres Netto, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Profa. Amanda Nunes Assis dos Anjos, Dra.
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Agroecossistemas pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas.

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Prof. Abdon Luiz Schmitt Filho, Dr.
Orientador

Florianópolis, 2022.



“Dedico este trabalho a todos aqueles que buscam mitigar os impactos ambientais nos agroecossistemas.”

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), que diante dos desafios da pandemia, possibilitou a continuidade do mestrado, seja nos estudos em campo e de forma remota (virtual).

Aos docentes do Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas (PPGA/CCA/UFSC), orientador e Prof. Dr. Abdon Luiz Schmitt Filho, aos coorientadores, a Profa. Dra. Daniele Cristina Da Silva Kazama e ao Prof. Dr. Sergio Augusto Ferreira de Quadros.

A Coordenadoria do curso de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Fabiana Dassoler, aos colegas de pesquisa do Laboratório de Sistemas Silvopastoris & Restauração Ecológica (LASSre), ao Prof. Dr. Ruan Daros (PUCPR), a equipe de campo da fazenda da Ressacada, o Doutorando Thiago Mombach Pinheiro Machado, e aos graduados Gabriel Colella Nagel, Natanael Antônio Mosconi e Raphael Ramon Buch.

A banca avaliadora, composta pelos Prof. Dr. Diego Peres Netto e Profa. Dra. Amanda Nunes Assis dos Anjos, que acorreram a pesquisa desenvolvida neste mestrado acadêmico, proporcionando maior qualidade na apresentação do conhecimento gerado.

A Dra. Yasmim Freitas Figueiredo, pelas contribuições na dissertação.

Alessandra Suelen Ikert, pelo auxílio nas tabulações das planilhas de campo geradas durante o experimento.

Aos meus irmãos, Dr. Douglas Demoner Figueiredo e Dr. Dalton Demoner Figueiredo, e minha mãe, Dyrce Maria Demoner Figueiredo, mesmo pela distância, sempre apoiaram os estudos e a busca pelos meus objetivos.

A todos aqueles que amamos, que não estão mais presentes neste momento (*in memoriam*), agradeço na figura de meu genitor, Dr. Benedicto Caulyt Figueiredo, pela eterna saudade.

E por último, porém mais importante, à Deus.

RESUMO

Desde meados do ano de 1980, a temática das mudanças climáticas vêm alcançando proporções gradativas dentro da geopolítica, principalmente quando relacionada com a produção de alimentos. A busca constante por comida para saciamento da humanidade, sobretudo pelo consumo de carne, acarreta perdas significativas de florestas naturais, ecossistemas e cobertura do solo, ocasionados por manejos insustentáveis, práticas não conservacionista, desequilíbrio ambiental, além do aumento das emissões brutas de Gases do Efeito Estufa (GEE). O desenvolvimento atual reflete a necessidade de conciliar as áreas produtivas com áreas de conservação, no intuito de provocar uma sinergia entre estas paisagens drasticamente fragmentadas. Para isto, a restauração de áreas degradadas, principalmente no sentido de aumentar a conectividade entre remanescentes naturais, torna-se uma ação vital para manter a qualidade de vida sobre o planeta Terra. Por esta razão, buscar alternativas e estratégias que possibilitem a manutenção da pecuária nas paisagens rurais do Bioma Mata Atlântica, além do fortalecimento do pensamento sistêmico em boas práticas para garantir a preservação do meio ambiente. O Sistema Silvipastoril com núcleos (SSPnúcleos) e o Pastoreio Racional Voisin (PRV) são opções agroecológicas fundamentadas nesses preceitos, e ao longo dos anos vem demonstrando a sua viabilidade, uma vez que permite a produção de alimentos e a renda dos agricultores mantendo as funções e os serviços ecossistêmicos. O objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações microclimáticas que o SSPnúcleos arbóreos de alta biodiversidade em uma área de pastagem não natural do Bioma Mata Atlântica, no Sul do Brasil, altera quando comparado com a pastagem sem árvores (PSA) ou convencional. O ambiente térmico foi analisado no Sistema Silvipastoril com 5% de núcleos (SSPn5), Sistema Silvipastoril com 10% de núcleos (SSPn10) e no PSA durante o verão de 2022. Ambos os sistemas foram setorizados em áreas de dentro do núcleo (DN), entorno do núcleos (ET), entorno do núcleos com sombra (ETsb) e no internúcleo (IN). Para as medições das variáveis microclimáticas, essas áreas foram anotadas quando sombreadas ou não sombreadas pelas projeções das árvores dos núcleos, exceto no pastagem sem árvore (PSA). Os fatores ambientais foram calculados: a temperatura do ar (T, °C), a umidade relativa (UR, %), a velocidade do vento (VV, m/s) e a temperatura do solo, na superfície (TSS, °C) e a 2,5 cm de profundidade (TS-2.5, °C), e de forma indireta a temperatura de globo negro (TGN, °C). O Sistema Silvipastoril com núcleos arbóreos (SSPn) alterou as variáveis microclimáticas quando comparadas com a pastagem sem árvores (PSA). Tal interferência permitiu reduzir a temperatura (superficial do solo, na profundidade 2,5 cm do solo e a de globo negro), principalmente nos pontos no entorno do núcleo com sombra (ETsb) e no interior do núcleo (DN), em razão da influência da sombra projetada e pela drástica redução da velocidade do vento, atuando como barreiras físicas, além de permitir a produção de produtos florestais não madeireiros (PFNM). A nucleação promoveu diversos efeitos funcionais e particularidades, sinérgicos que promovem a sucessão, a biodiversidade no ambiente e proporciona a conectividade entre as paisagens fragmentadas. O SSPnúcleos melhorou o ambiente térmico ao nível da pastagem, mormente o SSPn10, mostrando potencial para se adaptar ou mesmo mitigar as mudanças climáticas, contribuindo para uma menor oscilação do gradiente térmico e auxiliando na restauração ecológica, sendo uma ferramenta potencial para se adaptar às mudanças climáticas, e se, implementado em larga escala no Brasil e em outros lugares, favorecerá os agroecossistemas, bem como tornando-os mais resilientes diante dos desafios ambientais globais.

Palavras-chave: Nucleação. Ambiente térmico. Mitigação. Mata Atlântica. Santa Catarina.

ABSTRACT

Since the mid-1980s, the theme of climate change has been gradually reaching proportions within geopolitics, especially when related to food production. The constant search for food to satisfy humanity, especially meat consumption, causes significant losses of natural forests, ecosystems and soil cover, caused by unsustainable management, non-conservationist practices, environmental imbalance, in addition to the increase in gross emissions of greenhouse gases. Greenhouse Effect (GHG). Current development reflects the need to reconcile productive areas with conservation areas, in order to bring about a synergy between these drastically fragmented landscapes. For this, the restoration of degraded areas, mainly in the sense of increasing connectivity between natural remnants, becomes a vital action to maintain the quality of life on planet Earth. For this reason, seek alternatives and strategies that enable the maintenance of livestock in the rural landscapes of the Atlantic Forest Biome, in addition to strengthening systemic thinking in good practices to guarantee the preservation of the environment. The Silvopastoral System with centers (SPSnucleus) and Pastoreio Racional Voisin (PRV) are agroecological options based on these precepts, and over the years it has demonstrated its viability, since it allows the production of food and income for farmers while maintaining the functions and ecosystem services. The objective of this work was to evaluate the microclimate alterations that SSP-tree nucleus of high biodiversity in an unnatural pasture area of the Atlantic Forest Biome, in southern Brazil, alters when compared to pasture without trees (TLP) or conventional. The thermal environment was analyzed in the Silvopastoral System with 5% nuclei (SPSn5), Silvopastoral System with 10% nuclei (SPSn10) and in the TLP during the summer of 2022. Both systems were sectored in areas within the nucleus (WN), around the nuclei (AN), around the nuclei with shade (ANsh) and in the internucleus (IN). For the measurements of the microclimate variables, these areas were noted when shaded or not shaded by the tree projections of the nuclei, except in the treeless pasture (TLP). The environmental factors were calculated: air temperature (AT, °C), relative humidity (RH, %), wind speed (WS, m/s) and surface soil temperature (SST, °C) and at 2.5 cm depth (ST-2.5, °C), and indirectly the black globe temperature (BGT, °C). The Silvopastoral System with tree nucleus (SPSn) altered the microclimate variables when compared to the treeless pasture (TLP). Such interference made it possible to reduce the temperature (surface of the soil, at a depth of 2.5 cm from the soil and at the black globe), mainly at the points around the shaded nucleus (ANsh) and within the nucleus (WN), due to the influence of the projected shadow and the drastic reduction of wind speed, acting as physical barriers, in addition to allowing the production of non-timber forest products (NTFP). Nucleation promoted several functional effects and particularities, synergistic that promote succession, biodiversity in the environment and provide connectivity between fragmented landscapes. The SPSnúcleos improved the thermal environment at the pasture level, especially the SPSn10, showing the potential to adapt or even mitigate climate change, contributing to a smaller oscillation of the thermal gradient and aiding in ecological restoration, being a potential tool to adapt to changes and whether, implemented on a large scale in Brazil and elsewhere, it will favor agroecosystems, as well as making them more resilient in the face of global environmental challenges.

Keywords: Nucleation. Thermal environment. Mitigation. Atlantic forest. Santa Catarina.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Redução da temperatura sob grupamento arbóreo.	24
Figura 2 – Resumo gráfico.	29
Figura 3 – Croqui da unidade experimental de bovinocultura PRV de corte e de leite no sistema silvipastoril com núcleos da fazenda da Ressacada (UFSC/DZDR).	38
Figura 4 – Núcleos arbóreos de alta biodiversidade na Fazenda da Ressacada.	40
Figura 5 – Exemplo hipotético do SSPn (A) e do PSA (núcleos fictícios) (B).	41
Figura 6 – Croqui dos pontos de coleta do experimento.	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios e intervalos de confiança de 95% das variáveis microclimáticas nos diferentes ambientes.	46
Tabela 2. Valores médios e intervalos de confiança de 95% das variáveis microclimáticas nos três tratamentos.	46
Tabela 3. Valores médios e intervalos de confiança de 95% das variáveis microclimáticas em ambientes sombreados ou não.	48
Tabela 4. Valores médios e intervalos de confiança de 95% das variáveis microclimáticas por áreas.	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANsh Shaded area around Nuclei

AN Around Nuclei

CONPET Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados do Petróleo

CIRAM Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia

CWM Média funcional das comunidades (Índice de identidade funcional)

DN Área de Dentro Núcleo

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EPAGRI Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural

ET Área do Entorno do núcleo

ETsb Área do Entorno do núcleo com sombra

FER Fazenda Experimental da Ressacada

FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations

GEE Gases de Efeito Estufa

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IC Índice de Confiança

IN Área do Internúcleo

ILF Integração Lavoura-Floresta

IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change

ITGU Índice de Temperatura de Globo e Umidade (Índice de conforto térmico)

PIB Produto Interno Bruto

PNMC Política Nacional sobre Mudança do Clima

PNPB Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel

PROALCOOL Programa Nacional do Álcool

PROCEL Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

PFNM Produtos Florestais Não Madeireiros

PRV Pastoreio Racional Voisin

PSA Pastagem sem Árvores

SAF Sistema agroflorestal

SEEG Sistema de estimativa de emissões de gases de efeito estufa

SSP Sistema Silvipastoril

SSPNúcleos Sistema Silvipastoril com Núcleos

SSP5 Sistema Silvipastoril com 5% de Núcleos

SSP10 Sistema Silvopastoril com 10% de Núcleos

UR Umidade Relativa do ar

VPES Valor Potencial de Exploração Sustentável

VV Velocidade do Vento

TSS Temperatura Superficial do Solo

TGN Temperatura de Globo Negro

UFSC Universidade Federal de Santa Catarina

WN Within Nuclei

LISTA DE SÍMBOLOS



Ponto de Referência



Sol

% Percentual

C Carbono

°C Graus centígrados

CO² Gás Carbônico

cm Centímetro

kg Quilograma

m² Metro quadrado

mm Milímetro

m/s Metros por segundo

N Nitrogênio

P1 Ponto de coleta interno ao núcleo da porção central a face oeste

P2 Ponto de coleta interno ao núcleo da porção central a face leste

P3 Ponto de coleta externo ao núcleo a 1,25m da porção central da face norte

P4 Ponto de coleta externo ao núcleo a 1,25m da porção central da face norte do ponto P3

P5 Ponto de coleta externo ao núcleo a 1,25m da porção central da face sul

P6 Ponto de coleta externo ao núcleo a 1,25m da porção central da face sul do ponto P5

P7 Ponto de coleta externo no entorno do núcleo na área sombreada (ETsb)

R\$ Real (moeda)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
2.3 HIPÓTESE	16
3 DESENVOLVIMENTO	17
3.1 MUDANÇA CLIMÁTICA E SEUS EFEITOS	17
3.2 MATA ATLÂNTICA E MICROCLIMA	22
3.3 AGROPECUÁRIA	26
3.4 SISTEMA SILVIPASTORIL	28
3.5 SISTEMAS SILVIPASTORIS COM NÚCLEOS ARBÓREOS	34
4 MATERIAL E MÉTODOS	37
4.1 LOCAL E ÉPOCA	37
4.2 IMPLANTAÇÃO DOS NÚCLEOS ARBÓREOS	39
4.3 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	40
4.4 COLETA DE DADOS	41
4.5 ANÁLISE DE DADOS	43
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
6 CONCLUSÃO	53
REFERÊNCIAS	54
ANEXO	69

1 INTRODUÇÃO

Há uma preocupação global com a produção de alimentos para atender à crescente demanda da população mundial (GAZZONI, 2017). Países de clima tropical podem contribuir para o aumento da produção de alimentos, influenciados pela disponibilidade de luz e temperaturas mais elevadas.

O Brasil em 2019 foi um dos maiores exportadores de carne bovina do mundo (FAO, 2021), e no ano de 2020 houve um consumo de 7.402 toneladas, com projeções de aumento de 0,8% ao ano (MAPA, 2020). Das unidades da Federação, o Estado de Santa Catarina ocupa a 13^o posição na produção de carne, com total destinado ao abate de 649,2 mil cabeças (EPAGRI, 2019).

Estima-se que existam cerca de 20 mil espécies vegetais (35% das espécies existentes no Brasil), incluindo diversas espécies endêmicas e ameaçadas de extinção. Porém, devido à ocupação e atividades humanas na região, hoje restam cerca de 29% de sua cobertura original (MMA, 2021), mesmo que o bioma seja patrimônio nacional, e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais (BRASIL, 1988) e nos modelos de produção.

O manejo inadequado do sistema solo – planta – animal, em pastejo, geralmente é o que pode determinar a degradação da pastagem (MARTHA JÚNIOR & CORSI, 2001).

Para Gómez et al. (2013), a mistura de árvores e pastagens pode ser prejudicial ou favorável, dependendo de fatores como a tolerância das espécies ao sombreamento, a quantidade de sombra proporcionada pelas árvores e a competição interespecífica por água e nutrientes do solo.

Os Sistemas Silvopastoris (SSP) proporcionam melhorias concomitantes tanto no ambiente quanto no conforto térmico quando comparados ao sistema sem sombra (CARVALHO, 2020). Tal invento integra árvores, animais e culturas de interesse agropecuário, de culturas anuais a pastagens (VENTURIN & GONÇALVES, 2014). Esses sistemas apresentam grande biodiversidade e alta interação ecológica, protegem o solo e promovem o conforto térmico para os animais (DENIZ et al., 2019).

Nesta linha, houve desenvolvimento do próprio SSP, na implementação de núcleos arbóreos de alta biodiversidade sucessional.

O SSPnúcleos destina-se a uma maior ou menor penetração de luz, resultando na modificação deliberada da composição do microclima dos sistemas ao longo das áreas e do tempo. Tal sistema, foi desenvolvido pelo Prof. Dr. Abdon Luiz Schimitt Filho, em parceria com outros docentes e a equipe do Laboratório de Sistemas Silvopastoris & Restauração Ecológica (LASSre/UFSC), oferecendo soluções ambientalmente equilibradas.

De acordo com Zin Battisti et al. (2020), manejos agroecológicos (PRV e o SSPnúcleos) promovem o processo de agregação do solo de forma mais eficiente em comparação às áreas de floresta, evidenciando a capacidade de restauração da estrutura física do solo. Nesse sentido, na adoção desses modelos de produção, deve-se esperar a sustentabilidade do ecossistema como um todo, ao invés da produtividade máxima de componentes singulares, a geração de retornos satisfatórios de receita com diferentes produtos (BERNARDI et al., 2014) e uma produção de qualidade voltada para o meio ambiental e pela mitigação de agentes nocivos aos animais.

Diante do exposto, o presente estudo justifica-se na compreensão dos modelos de sistemas silvipastoris com enfoque nos núcleos arbóreos de alta biodiversidade, analisando a interferência do SSPnúcleos nas variáveis microclimáticas em uma área de pastagem não natural do Bioma Mata Atlântica no Sul do Brasil.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a interferência do SSPnúcleos nas variáveis microclimáticas em uma área de pastagem não natural do Bioma Mata Atlântica no Sul do Brasil.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o microclima em fase inicial de implantação do Sistema Silvipastoril com Núcleos (SSPnúcleos) com 5% (SSPn5) e 10% (SSPn10) da área de pasto ocupada por núcleos arbóreos agroflorestais, e em pastagem desprovida do componente arbóreo (PSA ou SSPn0);
- Quantificar as variáveis: temperatura do ar, temperatura de solo, temperatura globo negro, umidade relativa do ar e velocidade do vento;

2.3 HIPÓTESE

O sistema silvipastoril com núcleos arbóreos altera significativamente o microclima, além de proporcionar uma redução das oscilações das variáveis microclimáticas, quando comparadas a pastagem sem árvore (PSA).

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 MUDANÇA CLIMÁTICA E SEUS EFEITOS

As mudanças climáticas acarretam um fenômeno complexo, de constante acompanhamento e inexatidão no cenário mundial. A temática do aquecimento global ganhou corpo no mundo desde a década de 1980. Na década seguinte, surgiram convenções internacionais para regulamentar emissões de gases de efeito estufa e, principalmente, apontar causas e efeitos das alterações climáticas.

A atividade econômica do país ditou a extração dos recursos energéticos (in)disponíveis ao longo da história, nos anos 60, extração da madeira dos remanescentes florestais, 70, madeira como fonte energética do setor primário e secundário, além interesse empresarial na silvicultura, nominados reflorestamento, e expansão da pecuária (externalidades ambientais), ambos com muitos passivos ambientais.

Congruente a Ribeiro et al. (2008), o Brasil desenvolveu(m) políticas públicas voltadas à mitigação de emissões de gases de efeito estufa e outros programas não relacionados (neste primeiro momento) como Programa Nacional do Alcool (PROÁLCOOL), Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) e Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados do Petróleo (CONPET).

No ano 2005, houve a introdução do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), este sendo uma alternativa em termos socioambientais menos nocivas por conciliar a produção de energia por meio de fontes mais limpas, que emitam menos gases de efeito estufa, e por consequência estimulam o desenvolvimento e a continuidade de matrizes energéticas.

A Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), pode ser acompanhada (indicadores) através das dotações previstas no Plano Plurianual (PPA) de 2016-2019, em que previu o montante de R\$ 2,6 bilhões, a proposta do PPA de 2020-2023 previu somente R\$ 1,1 bilhão.

O Programa tem como finalidade gerar e disseminar ações, informação, conhecimento e tecnologias para a mitigação e a adaptação aos efeitos das mudanças climáticas por meio da implementação da Política Nacional sobre Mudança do Clima e desenvolver tecnologias para

o monitoramento de desmatamento, uso da terra e ocorrência de queimadas e incêndios florestais por sensoriamento remoto, além de disseminar as informações geradas (MARQUES, 2022).

Diversas mudanças nos ecossistemas naturais em prol do desenvolvimento econômico afetaram negativamente o habitat natural de inúmeras espécies nos últimos anos e, conseqüentemente, a estrutura genética de suas populações naturais. Esta situação gerou um desequilíbrio climático em várias regiões, e isso tem contribuído significativamente para as mudanças nas populações durante os últimos anos, tendo cada espécie reagido de forma diferente a esses efeitos climáticos (LORENZEN et al., 2011).

Tais efeitos são eminentemente oriundos das atividades antrópicas. Neste cenário, destacam-se as altas emissões de GEE (Gases de Efeito Estufa), que por anos vem se intensificando a partir da alta concentração de poluentes na atmosfera, este fato tem alterando o funcionamento dos ecossistemas, provocando aumento no nível dos oceanos, desertificação, maior ocorrência de furacões, tufões e ciclones, aumento da temperatura em diversas partes do globo, etc (BECK, 2010; GIDDENS, 2010; FERREIRA; BARBI, 2013).

Outros exemplos são resultantes de atividades comuns e recorrentes dentro do manejo, como nas mudanças no uso do solo e desmatamento, fermentação entérica pelos ruminantes na produção de metano (CH₄), manejo de dejetos de animais, cultivo de arroz irrigado, queima de resíduos agrícolas e de combustíveis fósseis (BUNGENSTAB et al., 2019), que por sua vez afetam diretamente a temperatura.

Inúmeros autores já identificaram aumento da temperatura planetária nas últimas décadas, combinado com modificações nos campos de precipitação, devido às mudanças climáticas (SILVEIRA, 2016), além de modelos que apresentaram tendência positiva para a temperatura. Modelos, esses, que foram objetos de estudos por órgãos internacionais na mitigação dos efeitos nocivos.

O Brasil participa do Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima desde 1988, as políticas de mitigação devem avançar para conter o desmatamento, que só vem aumentando, e ao mesmo tempo, carecem tratar adequadamente as emissões do setor energético que enfrentam um crescimento constante desde a década de 1970.

Durante a 70ª Assembleia da Organização das Nações Unidas (ONU), no ano de 2015, foram anunciados oito Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) destinados à

diminuição da pobreza e das desigualdades, com vistas à promoção dos direitos humanos. Dos 17 ODSs, 8 são vinculados diretamente à agricultura.

À medida que o mundo dos negócios se esforça para responder à crescente pressão de diversos *stakeholders* para reduzir o impacto de suas atividades no ambiente físico, torna-se evidente a necessidade de novas técnicas para auxiliar os gestores a enfrentar o desafio da sustentabilidade ambiental (CHRIST & BURRITT, 2013).

A sustentabilidade foi desenvolvida pelo sociólogo britânico John Elkington, tema cada dia mais presente nas agendas governamentais, tendo seu surgimento através do seu artigo “*The Triple Bottom Line: what is it and how does it work?*”, em 1994, e abarca de forma holística as dimensões ambiental, econômica e social, também denominado “3 Ps” da sustentabilidade: *People, Planet and Profit*.

Cordato e Cittadin et al. (2022), percebe-se que empresas precisam ir além das exigências legais e de seus resultados para alcançarem de fato a sustentabilidade, não focando apenas nas vendas, mas diversificando e adaptando técnicas.

No sexto Relatório de Avaliação do Intergovernamental sobre mudanças Climáticas 2022: *Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade*, às vulnerabilidade de ecossistemas (espécies) e pessoas às mudanças climáticas difere substancialmente entre e dentro das regiões, e por consequência gera um desenvolvimento socioeconômico heterogêneo, como aumento de desigualdades e marginalização, que implicam no desenvolvimento insustentável do uso da terra e exposição dos ecossistemas (IPCC, 2022).

Pequenos aumentos da temperatura do ar em um determinado ecossistema podem afetar, por exemplo, a fauna (polinização), a flora (produção de semente e troca gênica) por consequência de ambiente desfavorável, desta forma, à medida que os impactos ambientais evidenciam necessidade de uma previsão confiável da mudança do ecossistema a partir desses impactos, bem como das populações que lá habitam.

Populações com menor variabilidade genética serão as mais afetadas, assim caracterizar a diversidade genética das populações também auxiliará na tomada de decisão sobre conservação genética e uso de recursos genéticos frente aos efeitos climáticos. Segundo Capo et al. (2022), a indicação de áreas estratégicas para o resgate de material genético, como os limites da área de distribuição de espécies, são mecanismos de intervenção, como a

classificação e monitoramento de tais áreas, principalmente aquelas que utilizam recursos hídricos.

O aumento da demanda de água da irrigação pode levar à diminuição da segurança alimentar e maior vulnerabilidade dos pobres agricultores rurais, especialmente nas regiões semiáridas (PBMC, 2012), afetando a vários setores.

O setor agrícola carece de programas que buscam promover adaptações às novas perspectivas que vão se apresentando, levando-se em conta as prioridades de desenvolvimento do setor e as características regionais. Trabalhos evidenciaram problemas relacionados a questões climáticas, na relação da unidade de frio com o rendimento de safra (LIMA, 2003) e a redução na produtividade (PETRI et al. 1996) e da qualidade.

De acordo com Barbieri et al. (2018), é necessário reduzir brutalmente as emissões, tendo histórico de processo de industrialização no país, mas é imprescindível se adaptar aos desafios do aumento populacional e demanda energética impulsionam as emissões agentes nocivos.

A adaptação busca uma economia de “baixo carbono”, almejando energia limpa, sem redução do Produto Interno Bruto (PIB). Neste contexto, busca-se alcançar uma economia associada ao respeito ambiental, com ações “*bottom up*”, ou seja, de baixo para cima: o desenvolvimento e inovação são estimulados por meio da participação de toda equipe.

Refletir sobre os modelos de produção e as políticas públicas (até subnacionais) existentes, seja na implementação (evitando a “*implementation gap*”) e responsabilização (*accountability*) pelas instituições (FIGUEIREDO, 2021) públicas, privadas e pela sociedade civil organizada, se fazem necessário.

Em cordato ao estudo urbano de Borges (2012), do ponto de vista da bioclimatologia, torna-se imprescindível a compreensão das características do sítio físico, através da identificação da topografia, do tipo de solo, da presença de cursos d’água, áreas verdes e massa construída, além dos fatores culturais e históricos, permitem apreensão do ambiente a ser trabalhado, orientação do planejamento das cidades, e concomitantemente, inserem medidas que minimizem situações de desconforto existentes e previnam outras que possam surgir.

De forma singular, Lamano Ferreira et al. (2021), informam que uma árvore, em média, é capaz de sequestrar 15,6 kg de CO²/ano. Portanto, o plantio de árvores é a técnica

mais fácil e comum para neutralizar emissões de CO², e auxiliam na melhor relação do clima com os seres vivos.

A cobertura florestal pode ser definida como a terra coberta por vegetação estabelecida em período superior a uma década, porém, diante das constantes modificações, seja no manejo de pastagens, recursos agrícolas e florestais, essas, implicam na necessidade de conservação para a futura humanidade.

Devido aos benefícios socioambientais e econômicos os sistemas de cultivos com arbóreas perenes são estratégias para solucionar problemas como mudanças climáticas globais, degradação do solo, poluição das águas por fertilizantes, redução da erosão, desertificação, diminuição da biodiversidade e insegurança alimentar (LAL et al., 2007), atrelado ao sistema de integração lavoura-floresta (ILF).

Segundo Cogo et al. (2022), é uma estratégia de melhoria da qualidade, seja na densidade do solo, volume total do solo e na temperatura, incentivado pela Lei nº 12.805, de 29 de abril de 2013, que institui a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (BRASIL, 2013).

Em conformidade com Giro et al. (2019), o sistema lavoura-pecuária-floresta melhorou as condições ambientais das pastagens, comprovando um microclima mais favorável ao conforto térmico do gado devido ao sombreamento das árvores. Quando mantidos em pastagens arborizadas, os animais preferiram permanecer à sombra durante todas as atividades diurnas.

As mudanças globais provocadas por ações humanas podem alterar o atual cenário fitossanitário da agricultura brasileira. Modificações na importância relativa das pragas e doenças das principais culturas podem ocorrer em um futuro próximo. Os impactos econômicos, sociais e ambientais decorrentes podem ser positivos, negativos ou neutros, pois as mudanças climáticas podem diminuir, aumentar ou não ter efeito sobre os diferentes problemas fitossanitários (HAMADA et al., 2005).

Por outro lado, parece também necessário sublinhar que, ainda que os cenários de mudanças divulgados pelo IPCC, eivados de eventos climáticos extremos, não se concretizem, os impactos do clima sobre as populações mais vulneráveis tenderão a se acentuar se observada a continuidade da pobreza e da injustiça social no planeta; dito de outra

maneira, com ou sem as mudanças climáticas, é condição de pobreza e miserabilidade das populações que as coloca na condição de vítimas primeiras das intempéries.

Por fim, parece necessário enfatizar, por mais óbvio que pareça, que os impactos das mudanças climáticas globais se darão, principalmente, sobre as populações mais vulneráveis.

Neste sentido, o debate e as políticas relativas às mudanças climáticas globais necessita inserir, de maneira profunda e efetiva, a discussão e a implementação de ações na construção de um desenvolvimento que garanta justiça e equidade social no planeta, condição *sine qua non* para que se possa vislumbrar a vida humana no futuro na Terra (MENDONÇA, 2021).

Posto isto, houve um avanço sobre mecanismos de financiamento atrelados à ideia de crescimento econômico continuado submetido ao mercado internacional, esse, pautada por mercado que tenha governança ambiental, e não “capitalismo verde”.

Reconhecemos a necessidade de implementação de políticas de mitigação subnacionais, que busquem perfis de emissões em cada região, e que as partes envolvidas formulem programas para mitigar mudanças climáticas, considerando as necessidades e características do bioma, em especial, a Mata Atlântica.

3.2 MATA ATLÂNTICA E MICROCLIMA

As florestas tropicais da América do Sul estão entre os habitats com maior biodiversidade do planeta, tendo destaque com endemismo, em que o Brasil é um dos maiores países com extensão florestal mundial.

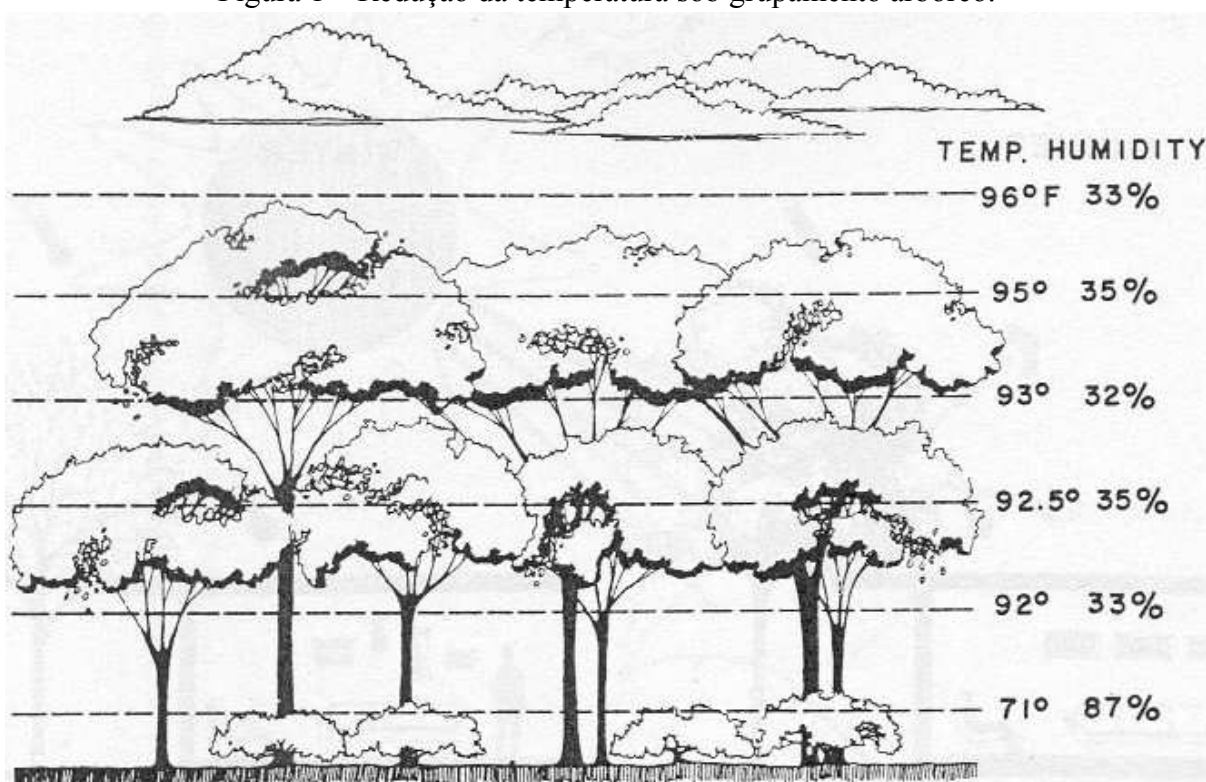
A Mata Atlântica é um dos biomas mais devastados no país, mas apesar de estar reduzida a fragmentos, ainda reserva grande biodiversidade, tal floresta é considerada 36 *hotspots* (loais do planeta que concentram espécies endêmicas ameaçadas) de biodiversidade (HOPPER et al. 2016). O Domínio da Mata Atlântica estende-se de norte a sul do litoral brasileiro. Trata-se de um conjunto de formações florestais, campos naturais, restingas, manguezais e outros tipos de vegetação associados, compondo paisagens diversas que originalmente se estendiam por 17 estados brasileiros (SCHAFFER; PROCHNOW, 2002), cobria 15% território brasileiro em 1500, atualmente foi reduzido a 7,84 % do tamanho original (102.000 km²).

Positivado através do regime jurídico de proteção estabelecido pela Lei Federal nº 11.428/2006 (Lei da Mata Atlântica) (BRASIL, 2006), e por seu regulamento, o Decreto Federal nº 6.660/2008 (BRASIL, 2008), e áreas protegidas, como Unidades de Conservação (SNUC) através da Lei nº 9.985/2000 (BRASIL, 2000) e das Terras Indígenas (Estatuto do Índio) instituído pela Lei nº 6001/1973 (BRASIL, 1973), além de Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal (Código Florestal) pela Lei nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012), ainda não são/foram suficientes para aparato estatal, de fato, alcançar a efetividade na proteção das áreas e do manejo sustentável.

O bioma Mata Atlântica é constituída por formações florestais nativas, como a Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista, também denominada de Mata de Araucárias; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; e Floresta Estacional Decidual, e ecossistemas associados (manguezais, vegetações de restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encaves florestais do Nordeste) (BRASIL, 2022), e constituem diversos tipos de componentes arbóreos.

Mascaró (2006) descreve que, sob grupamento arbóreo, a temperatura do ar é de 3 °C a 4 °C menor que nas áreas expostas diretamente à radiação solar, também relatado por Grey et al. (1992), afirmando que estas diferenças se acentuam com a redução do deslocamento do ar entre as áreas ensolaradas quando comparadas a áreas sombreadas, e com o aumento do porte da vegetação, tendo em vista as várias camadas da copa ampliam a absorção da radiação solar e a estratificação da temperatura do ar sob a vegetação, interferindo na temperatura e na umidade, de acordo com figura 1.

Figura 1 – Redução da temperatura sob grupamento arbóreo.



Fonte: Grey e Deneke (1992).

A fragmentariedade de habitats tornou-se um grande contribuinte para aumento das áreas degradadas (até desertificação), baixa conectividade (biodiversidade) e por consequência discrepância climáticas dentro de uma mesma região/bioma.

Estratégias como a utilização de Poleiros naturais e artificiais atraem diferentes espécies de aves, permitindo uma diversidade local de dispersores, e consequentemente, contribuindo para o aporte de sementes local (BOCCHESI et al. 2008). Tais mudanças climáticas podem afetar as flores, aumentando a queda e reduzindo a produção de néctar e até o teor de proteína no pólen.

Pesquisadores afirmam uma maior variabilidade térmica e hídrica, tanto diárias quanto mensais e sazonais. Por consequência, o aumento de impactos e riscos aos setores agropecuário e agrícola, devido a tais incertezas, com aumento na intensidade e frequência de eventos extremos: ondas de calor mais intensas no inverno, friagem e períodos de estiagem mais prolongados são observados.

As variações (micro)climáticas interferem tanto no ambiente urbano como no ambiente natural. Parâmetros ambientais indicam condições de estresse térmico para vacas leiteiras em todas as estações, com as condições mais desafiadoras à tarde e durante a estação seca. O aumento da temperatura média do ar associado às mudanças climáticas são impactos negativos na saúde, bem-estar e eficiência produtiva dos animais (NARDONE et al., 2010; COUMOU e ROBINSON, 2013; LEES et al., 2019).

Estudos em desenvolvimento por pesquisadores da EPAGRI/CIRAM, utilizando séries históricas de dados meteorológicos, mostraram que, como em nível global, mudanças climáticas também estão sendo verificadas no Estado de Santa Catarina (CAMARGO et al., 2006), como o aquecimento da temperatura média do ar ao longo dos anos e variabilidades das temperaturas extremas, máxima, mínima e da amplitude térmica.

Em um cenário otimista para 2050 e 2070, para o Estado de Santa Catarina, mostraram redução nas horas de frio e aumento dos graus-dias, o que causará antecipação e redução da duração da fase de maturação até a colheita, além de diminuição da amplitude térmica (PANDOLFO et al., 2008).

De acordo Pandolfo et al. (2007), assumiu-se que nos próximos 50 anos as temperaturas média, máxima e mínima do ar do Estado de Santa Catarina vão sofrer um aumento linear de 2°C, porém foi considerado que o total de precipitação pluvial não sofrerá modificação.

Existem formas de minimizar esses possíveis problemas, alternativas são importantes, como práticas culturais que não são favoráveis ao ataque de doenças, controlando a circulação de ar entre as plantas para reduzir a temperatura e período de molhamento, bem como o controle genético com variedades mais resistentes.

O microclima é determinante para diversas culturas, principalmente aquelas que dependem de índices agrometeorológicos: graus-dias (temperatura-base abaixo da qual a planta não se desenvolve) e amplitude térmica (equilíbrio fotossintético/respiratório), e outras características como a quantidade de horas de frio/calor e dormência vegetal. Tal dependência pode causar grandes impactos culturais e afetar a cadeia produtiva de diversas culturas em diferentes regiões do Estado de Santa Catarina.

3.3 AGROPECUÁRIA

A produção agropecuária é dentre os vários biomas existentes no território brasileiro, em especial, no bioma Mata Atlântica, que chegou a ocupar mais de 1,3 milhões de km² em 17 estados do território brasileiro, estendendo-se por grande parte da costa do país.

Tal produção gerou em torno de 37,8% do volume total de emissões nacionais dos gases presentes na atmosfera (577 milhões de toneladas de CO₂) no ano de 2020. Quando se analisa as emissões brutas per capita, o Estado que lidera o ranking é Rondônia, com 70 toneladas de CO₂ e emitidas por habitante em 2020 – mais de dez vezes a média mundial, de 6,7 toneladas per capita no mesmo ano –, seguido por Mato Grosso, com 68 toneladas (SEEG, 2021).

Até então, o Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG) apresentou o balanço de emissões de carbono pelo solo do setor agropecuário em 2020, há remoção de carbono (sequestro) em milhões de toneladas de CO₂ advindas de: florestas plantadas (-6,1), sistemas integrados lavoura-pecuária-floresta (-50,6), lavouras cultivadas sob sistema plantio direto (-53,6) e pastagem bem manejada (-105,5), por outro lado, há emissão quando lavouras cultivadas sob sistema convencional (27) e pastagem degradada (38,6).

As pastagens degradadas são consequências de fatores como o pastejo intenso, má formação do pasto, escolha errada da forrageira e uso de práticas não conservacionistas. Atributos químicos dos solos sob pastagens relacionados à sua fertilidade apresentam potencial para serem usados com indicadores do nível de degradação das pastagens (RODRIGUES et al., 2011).

Estudos com gramíneas tropicais inferem a redução na produção de biomassa da forragem (área foliar e raiz) quando os níveis de sombra excedem aos 50% da radiação, reduzindo a taxa de fotossíntese via rota C4 (DEVKOTA et al. 2009, GUENNI et al. 2008, PACIULLO et al. 2010).

Outro ponto preocupante são as criações de animais quando realizadas fora de pastagens, ou seja, dentro de instalações sendo confinada ou semiconfinamento. Estas muitas vezes, seja pelo dimensionamento inadequado ou pela adversidade climática, tem causado grave desconforto aos animais.

Decorrente da obra “*Principles of animal environment*”, de Esmay (1982), o balanço

térmico deva ser nulo: o calor produzido pelo organismo animal somado ao calor ganho do ambiente, deva ser igual ao calor perdido pelos animais através da radiação, da convecção, da condução, da evaporação e do calor contido nas substâncias corporais eliminadas, quando essa condição não é atendida, o animal (autodefensa) aciona mecanismos fisiológicos para manter a termorregulação.

Ademais, o não planejamento, somado ao baixo nível tecnológico de muitos produtores, que se resume ao básico, deixa a desejar em questões de cuidado com o solo, bem-estar animal e outros assuntos, o que torna a assistência técnica nestas propriedades uma necessidade (REZENDE et al., 2021; DE FREITAS et al., 2020). Portanto, desenvolvimento de tecnologias acessíveis e sustentáveis com foco no manejo de pastagem e animais devem ser estudadas e promovidas, a fim de melhorar a pecuária familiar para que se torne uma opção mais atrativa evitando principalmente o abandono da atividade.

A busca pauta-se por amenizar diversos tipos de estresse, principalmente em virtude das elevadas temperaturas (calor) ambientais nos horários mais quentes do dia, e que afetam diretamente os ruminantes, como por exemplo, a imunossupressão, perda de massa corporal, redução do consumo de alimentos, aumento do consumo de água, indução ao estresse oxidativo, e até a perda expressiva de produtividade, tudo isso, analisando apenas o microclima a qual estão submetidos a fauna.

As variáveis microclimáticas influenciam os índices de conforto térmico nos sistemas silvipastoris, e a mudança no microclima ao nível dos sítios de pastoreio ocasionada pelo estabelecimento dos sistemas silvipastoris se dá pela redução da incidência de radiação solar, que ameniza as temperaturas elevando a umidade relativa do ar que, por sua vez, reduz a taxa de evapotranspiração vegetal (BERNARDINO & GARCIA, 2009). A economia de uma nação está intrinsecamente relacionada ao microclima, que por tantas vezes é modificado (in)diretamente.

A implementação de árvores em pastagens em sistema silvipastoril é recomendado para melhorar parâmetros, como comportamento ingestivo, ruminação e tempo gasto deitado, além de contribuir para o bem-estar dos bovinos na sombra proporcionando abrigo para ambientes quentes e ensolarados (Deniz et al. 2020).

Altas temperaturas, umidade e incidência de radiação solar são considerados fatores de

estresse para o gado leiteiro. O uso de sombra natural ou artificial no sistema de produção a pasto protege os animais da radiação solar intensa e modifica seu balanço de radiação. O sombreamento natural com espécies arbóreas pode reduzir a carga de calor radiante incidente nos animais em 30% (REIS et al., 2021). Porfírio-da-Silva et al. (2009) afirma que a arborização do pasto é uma prática que vem estabelecendo um novo paradigma na agropecuária brasileira.

Metas de expansão e de potencial de mitigação de GEE pelo Plano ABC+ (2020 – 2030), incluem práticas para recuperação de pastagens degradadas, sistema de plantio direto de grãos e hortaliças, sistemas de integração lavoura pecuária-floresta e sistemas agroflorestais, florestas plantada, bioinsumos, sistemas irrigados, manejo de resíduos de produção animal e terminação intensiva (BRASIL, 2012).

A construção da agropecuária pautada em novas adequações diante dos desafios proposto pelas modificações climáticas se faz necessário através de técnicas de integração e conectância: níveis tróficos e interações interespecíficas, de “natureza participativa” (conservar contextos e processos do sistema), como proposto pelo Sistema Silvipastoril.

3.4 SISTEMA SILVIPASTORIL

O sistema silvipastoril (SSP) apresenta-se potencialmente importante e viável para as condições brasileiras, sendo caracterizado pelo manejo simultâneo dos animais, plantas forrageiras e árvores em uma mesma área (PERI et al., 2016; SARABIA et al., 2020).

Utilizar sistemas silvipastoris como meio de recuperação de pastagens é uma alternativa para expansão da pecuária brasileira (DIAS FILHO, 2006), e de modo geral, os sistemas agroflorestais são excelente alternativa de manejo para recuperar a qualidade estrutural do solo em áreas com pastagens degradadas.

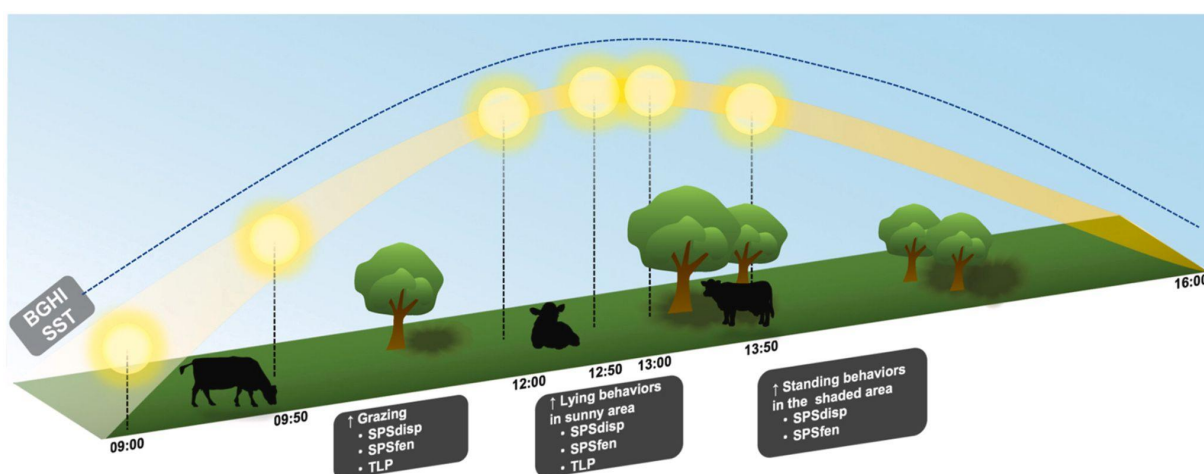
O delineamento adequado SSP permite que as árvores e as pastagens possam interagir em equilíbrio para aprimorar ambas as produções e beneficiá-las, fornecendo áreas com sombra, condizente por Craesmeyer et al. (2015), a sombra é um componente muito relevante para bovinos realizarem suas atividades diurnas na estação mais quente (verão), uma vez que necessitam manter a temperatura corporal a níveis adequados.

O uso de espécies arbóreas em sistemas de produção de leite a pasto tem sido

empregado como uma tentativa de amenizar as influências de variações de temperatura, umidade, incidência de radiação solar direta nos animais, assim como precipitações ao longo do ano (MARTÍNEZ et al., 2012).

Em concordância com De Sousa et al. (2021), nos sistemas silvipastoris os animais tiveram a oportunidade de usar sombra quando motivadas a fazê-lo, proporcionou valores mais baixos de índice de umidade do globo negro, ou seja, uma melhor ambiente térmico no pastejo para os bovinos em comparação com o pasto sem árvores. As vacas passaram mais tempo descansando e ruminando deitadas ao sol, e quando usavam áreas sombreadas, elas estavam principalmente em pé, descansando ou ruminando (Fig. 2).

Figura 2 - Resumo gráfico.



Fonte: De Sousa (2021).

A integração arbórea, com a pastagem e os animais com a finalidade de auferir produtos ou serviços podem trazer diversos benefícios para o meio ambiente, quando comparados à pastagem tradicional, sem a integração planejada, deixando principalmente de sequestrar carbono, uma vez que a maior distribuição e densidade de raízes das árvores em profundidade no perfil do solo permite que o carbono seja mais acumulado neste sistema do que em uma pastagem desprovida de árvores (ZIN BATTISTI et al., 2018), bem como o tamanho das partículas do solo e as práticas de manejo da terra têm uma influência considerável no armazenamento de carbono (C) nos solos (HOWLETT et al., 2011).

No resultados do estudo de Martins (2021), sugerem que a identidade funcional, ou

seja, a média das características funcionais dominantes das plantas (CWM: função, decomposição, taxa fotossintética e crescimento, resistência, longevidade, digestibilidade e etc) são importantes preditores para as relações C:N e massa de serapilheira. Tal ponderação, reflete a importância da pesquisa e escolha das espécies que irão compor o pasto.

Na obra de Bento (2021), dentro de uma perspectiva histórica, os SSPs se caracterizam como uma tecnologia recente no Brasil e, a partir da década de 90, passa a ser amplamente difundida, principalmente pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

Muitos benefícios decorrentes dos SSPs estão relacionados aos serviços ecossistêmicos associados à restauração e reabilitação ecológica, conservação ambiental, e até serviços de provisão com melhorias na rentabilidade com o uso de abelhas. Os SSPs são uma alternativa para o modelo de produção pecuário tradicional fornecendo complexidade para o sistema em que está inserido, trazendo biodiversidade de flora e fauna e restaurando as funções dos serviços ecossistêmicos, além de fonte de renda extra ao produtor (SIMIONI et al. 2022).

Dessa forma, ao incluir o componente arbóreo na pastagem seja por sistema silvipastoril ou sistemas agroflorestais (SAFs), há contribuição para o sequestro de carbono (DE ALMEIDA SILVA et al., 2020) e impacto na qualidade física do solo com consequente diminuição da erosão e redução do escoamento de água pela superfície (JUNQUEIRA et al., 2013) e por lixiviação, atuando como uma “*rede de retenção*”.

No que tange à qualidade biológica e química, o grande aporte de carbono no solo proveniente da biomassa de raízes e outros tecidos vegetais serve de substrato para a vida do solo resultando em prol da microbiota (PEZARICO et al., 2009). O referido autor, relatou que o componente arbóreo presente nos sistemas promoveu a melhoria da qualidade do solo, ao invés da monocultura, com o plantio convencional, que apresentou alterações próximas da condição de estresse ou desequilíbrio no sistema, ocasionado pelo manejo.

Há presença expressiva de minhocas no tratamento silvipastoril, relacionando esta abundância em função da quantidade e qualidade de matéria orgânica provida pontualmente pelo sistema, estabeleceram uma correlação positiva entre a quantidade de minhocas, a estabilidade de agregados com a capacidade de retenção de água no solo.

Essas mudanças na qualidade do solo podem ser observadas após dois anos da

arborização de um pasto como constatado por Webster et al. (2019), criando um ciclo de retroalimentação solo-planta positivo para manter a produtividade a longo prazo de sistemas de pastagem, com o aumento da qualidade física do solo: volume total de poros, teor de carbono das frações húmicas e granulométricas da matéria orgânica.

Apesar de todos esses benefícios, nem todo sistema que combina árvores, cultivos e animais refletem como o esperado, a depender principalmente das espécies envolvidas, sejam animais ou vegetais.

Quando o componente arbóreo se trata de eucalipto em linhas, apesar de haver um depósito razoável de matéria orgânica no perfil do solo abaixo desta linha, com o passar dos anos a fertilidade abaixo deste plantio acaba reduzindo em função da grande absorção de nutrientes. Além disso, o design de um sistema em linhas força o pisoteio de animais sempre em locais sombreados causando compactação do solo com reflexo na menor estabilidade de agregados perto da linha de árvores. Pode-se dizer que o solo neste sistema não é uniforme em questão de distribuição de nutrientes (BORGES; CALONEGO; ROSOLEM, 2019).

Na pesquisa do Agudelo (2012) refere-se ao local de estabelecimento do SSP, em áreas nas regiões subtropicais (recebe menor intensidade luminosa durante o ano), as considerações que são tomadas em áreas tropicais devam ser revistas. Além disso, a forma em que a luz incide sobre a terra altera as estações durante o ano. Ainda, o pesquisador, relata que deve haver a valoração não só da provisão de conforto térmico para os animais, mas também de um desenho que considere as mudanças estacionais, a necessidade de crescimento das gramíneas e os efeitos da introdução das árvores sobre variáveis comportamentais dos animais dependentes de sua distribuição em áreas arborizadas, bem como da interação dos animais com as árvores.

Por outro lado, Stinghel (2022), observou que o eucalipto apresentou aptidão para compor o sistema silvipastoril apresentando características que favorecem a conservação do solo, o enriquecimento da sua fertilidade, o maior valor nutritivo da pastagem, o conforto térmico para os animais e maior resgate de carbono atmosférico, além de gerar renda com a comercialização florestal.

Algumas espécies arbustivas que poderiam crescer na paisagem promovendo aumento da biodiversidade ficam comprometidas, como é o caso do mirtilo que desapareceu nas

pastagem sem árvores, provavelmente reflexo do pisoteio animal (OREFICE et al., 2017).

Apesar da importante atividade brasileira no cenário mundial, o país ainda implementa poucos Sistemas Silvopastoris.. Logo, torna-se importante realizar pesquisas que venham a estudar diferentes espécies e arranjos do componente arbóreo e forrageiro, a fim de encontrar combinações que proporcionem a convivência com o mínimo de prejuízo para cada componente (RODRIGUES et al., 2014; DE CASTRO SANTOS et al., 2016).

Bento et al. (2020), evidenciaram a sinergia das dimensões socioambientais e econômicas relacionadas aos SSPs, principalmente focados na biodiversidade, com incremento de espécies da flora “in loco” (espécies arbóreas nativas) que viabilizem a reabilitação dos agroecossistemas e restauração ecológica dos Biomas, mantendo a economia e fortalecendo os aspectos culturais.

O Brasil destaca-se pela expansão de monoculturas arbóreas ou florestas homogêneas de espécies exóticas, sendo que a maioria dos SSPs são compostos por eucalipto (*Eucalyptus* sp.), em geral como único componente arbóreo.

Os autores ainda relatam, o potencial dos SSPs na reabilitação da microeconomia (rural e regional) e da economia ecológica, visto que a produção de produtos florestais não-madeireiros (PFNM) (produtos vegetais e animais que se obtêm de ambientes florestais ou extraídos de florestas naturais, agroecossistemas e de árvores espontâneas), que são meio de subsistência para muitas comunidades e também permitem a conservação das florestas, já que elas podem fazer parte do sistema produtivo.

Na pesquisa de Elias et al., (2016) no Sul de Santa Catarina, dentre as 79 espécies avaliadas, categorizadas (ornamental, forrageira, alimentícia, medicinal, produto, artesanato, fibra, ecológico e outros usos) todas possuem indicação de pelo menos um uso para PFNM. Desse total, 38 atingiram valor potencial de exploração sustentável (VPES), destacando-se (≥ 13 VPES): *Allophylus edulis* (fruta-de-pombo), *Euterpe edulis* (juçara), *Garcinia gardineriana* (Bacupari), *Jacaranda puberula* (árvore perenifólia), *Meliosma sellowii* (canela-balão ou pau-fernandes), *Psidium cattleianum* (araçá-rosa) e *Syagrus romanzoffiana* (jerivá ou baba-de-boi) e possuem algum tipo de serviço ecológico.

Os serviços ecossistêmicos ligados a provisão (materiais providos pelos ecossistemas de consumo), a regulação (reciprocidade: ecossistemas regulam as condições ambientais), ao suporte (necessários para que os outros serviços possam existir) e culturais (não materiais que

os ecossistemas oferecem) que advém do enriquecimento da biodiversidade, são poucos trabalhados (PALM et al., 2014).

De acordo com Antonelli et al. (2015), o uso de espécies florestais nativas em sistemas integrados de produção é incomum, muito em função do crescimento relativamente mais lento da maioria dessas espécies e do pouco conhecimento acumulado sobre sua silvicultura. Porém, pesquisas vêm sendo realizadas e tem demonstrado o potencial de crescimento e fornecimento de madeiras nobres nesse segmento.

O SSP é um método eficiente para a criação de ruminantes e proporciona um ambiente térmico mais confortável, oferecendo condições favoráveis e menos estressantes (CAETANO & CAETANO JUNIOR, 2015), associado ao conforto térmico dos animais (PACIULLO et al., 2011; BALISCEI et al., 2013), além da produção animal à base de forrageiras com espécies arbóreas no mesmo local e ao mesmo tempo (PORFÍRIO-DA-SILVA, 2009).

Técnicas, como o sistema silvipastoril (SSP) melhoram a ambiência e o bem-estar dos animais (AMÉNDOLA et al., 2016; DENIZ et al., 2019), principalmente quando introduzido em uma área manejada sob os preceitos do Pastoreio Racional Voisin (PRV) (MACHADO, 2004).

O PRV baseia-se na divisão da pastagem em parcelas ou piquetes, em um sistema de pastoreio direto com rotação de pastagens, sob os preceitos de quatro Leis Universais, formulada na França por André Voisin (VOISIN, 1961), sendo-as: 1ª lei, o repouso, o período de descanso da pastagem, é tempo necessário para que o pasto possa entregar sua máxima produtividade em tempo suficiente que permita à planta alcançar sua máxima produção diária de matéria seca, atrelado às condições ambientais (clima e relevo), que em geral, são ocupados de seis a oito vezes por ano, com intervalos de 28 a 35 dias entre pastejos; a 2ª lei, a ocupação, a permanência do gado seja o suficiente para evitar que os animais alimentem-se apenas dos rebrotos e o necessário para uma alimentação de qualidade, ou seja, tempo suficientemente curto de modo que um pasto cortado no primeiro dia de ocupação não seja cortado de novo antes dos animais deixarem o piquete; a 3ª lei, a ajuda, (equidade) auxiliar os animais que possuam exigências nutricionais superiores para que eles possam colher a maior quantidade de pasto e que este seja da melhor qualidade possível, isto é, como um volume de coleta maior de pasto de qualidade, ocorrendo menor terminação do pastoreio (raspagem); e

por fim, a 4ª lei, os rendimentos regulares, os animais devem manter uma homogeneidade na sua produção, almejando o máximo de rendimento em um menor tempo de permanência no piquete. Seguidas as leis, os resultados positivos são alcançáveis em diversos sistemas de produção.

Na busca pela melhoria do sistema silvipastoris, seja pelos atributos químicos, físicos e biológicos do solo, quanto do aumento da produção da pastagem, além de bem-estar aos animais, o Sistema Silvipastoril com Núcleos Arbóreos (SSPnúcleos), concretiza-se como uma alternativa a fim de proporcionar tais benefícios (BATTISTI et al., 2018; DENIZ et al., 2019; KRETZER, 2019, SCHMITT FILHO e FARLEY, 2020), sendo uma opção promissora.

3.5 SISTEMAS SILVIPASTORIS COM NÚCLEOS ARBÓREOS

O SSPnúcleos desenvolvido na busca pela reabilitação da paisagem rural densamente antropizada, pois preconiza a pecuária regenerativa com potencial para mitigar impactos da agricultura convencional (SCHMITT FILHO e FARLEY, 2020, SIMIONI et al. 2022).

Tais núcleos agroflorestais, constituídos de 25 m² distribuídos equidistantemente nos piquetes de cada hectare de pastagem, compostos por diversas espécies arbóreas (em sua maioria nativas) distribuídas em grupos funcionais implantados de forma a caracterizar um sistema agroflorestal sucessional (SIMIONI et al., 2022, SCHMITT FILHO e FARLEY, 2020).

Os núcleos tem objetivo de proteger os animais dos estresse térmico do verão, além de gerar produtos florestais não-madeireiros e restaurar a paisagem pastoril implantada nas áreas anteriormente florestadas (ZIN BATTISTI et al., 2018; DENIZ et al., 2020; JOSEPH et al., 2019; SCHMITT FILHO e FARLAY, 2020). Estes núcleos implantados em áreas previamente desprovidas de árvores são relevantes na atração e permanência da fauna (SIMIONI et al., 2022), e em especial as abelhas. Neste caso isto ocorre através da oferta de alimentos pelas flores (MICHENER, 2000), bem como de locais para nidificação e proteção (CAMILLO, 2005).

Inspirado na Teoria de Nucleação (YARRANTON e MORRISON, 1974; FRANKS, 2003), tendo como princípio sucessional de recuperação de áreas florestais, que busca uma visão sistêmica da paisagem, em conformidade com a obra de Reis et al. (2014), elenca sete

técnicas: os abrigos artificiais (compostos de pilhas de lenha/resíduo florestal); coberturas vivas (plantio de espécies rústicas herbáceo-arbustivas); transposição de solo (retirada da superfície do solo - *topsoil*, entre 0 a 10-20 cm de profundidade mais a serapilheira, de áreas naturais conservadas próximas e o dispendo na área degradada); transposição de chuva de sementes em placas (plantio de mudas germinadas das sementes que caem sobre coletores); poleiros artificiais: estruturas altas (pouso de animais que trazem grande quantidade de sementes das áreas naturais remanescentes na região, podendo promover desta forma a conectividade entre as áreas); plantio de árvores nativas em grupos (implantação de grupos de cinco a nove mudas altamente adensadas); Trampolins ecológicos com grupos funcionais (pequenos refúgios para a fauna dentro da matriz produtiva, na relação núcleo/ha).

Os núcleos (5% ou 10% área) integram a pastagem, devidamente cercados e compostos por plantas de cinco grupos funcionais distintos variando de herbáceas, 4 bananeiras e 20 arbóreas de 9 espécies diferentes (SCHMITT FILHO et al., 2016, SCHMITT FILHO E FARLEY, 2020). Esses núcleos se caracterizam como agroflorestas sucessionais (SAFs), apresentando alto nível de heterogeneidade agroecológica, com inserção de cultivos num mesmo espaço e em um mesmo tempo (SANTOS, 2007), sob o PRV.

Zin Battisti et al. (2018), avaliando os atributos químicos do solo em pastagem sob sistema silvipastoril com núcleos e pastagem sem árvores encontraram maiores teores de carbono orgânico total e nitrogênio total do solo nas pastagens com núcleos. Em outro estudo nesta mesma área, os mesmos autores verificaram que o SSPnúcleos promovem agregação do solo de forma mais eficiente que floresta secundária e também apresentam maiores índices de agregação que um sistema silvipastoril sem núcleos arbóreas.

Conforme Shimosaka et al. (2022), a maior proporção de agregados biogênicos na área de pastagem está relacionada à presença de gramíneas e do manejo em pastoreio racional voisin. Além disso, a sombra promovida pelos núcleos também alterou a umidade relativa do ar, melhorando o conforto térmico para os animais (DENIZ et al., 2019). Diferente de outros sistemas silvipastoris o SSPnúcleos fornece uma sombra móvel que desloca ao longo do dia dentro de cada piquete, vantagem obtida pelo seu design.

Diante das técnicas, o SSPnúcleos têm efeito positivos e negativos no microclima, convergente aos estudo de Kretzer (2019), o extrato arbóreo interceptou a radiação solar

incidente e, portanto, reduziu a temperatura do ar, iluminância, velocidade do vento, temperatura do solo e aumentou a umidade relativa do SSPnúcleo como um todo.

O desafio de conectar várias frentes com o único propósito: “baixo custo verde”, é um objetivo diário, como Sousa et. al (2022) relata, a junção entre a pecuária, lavoura e floresta exibe uma alta e complexa eficiência no uso do solo, onde uma exuberante diversificação de produção dentro de uma mesma área, aumenta uso da mão de obra permanente e qualificada para as diversas atividades na propriedade rural, apresentando considerável melhoria sobre o bem-estar animal, saúde do solo, ciclagem de nutrientes, umidade dentre outros benefícios, alinhado clima.

O Sistema Silvipastoris com Núcleos Arbóreos permitiu mitigar os efeitos da pecuária convencional subsidiados por práticas conservacionistas, que buscam manutenção dos serviços ecossistêmicos, atributos do solo, melhoria do conforto animal e controle térmico. Outra contribuição, constatado por De Almeida Silva et al. (2020), o SSPn não comprometeu a massa do dossel forrageiro (*pasture cover*) e o carbono estocado, e ainda alcançou valores de massa do dossel forrageiro e estoque de carbono superiores a pastagem sem árvores (90% da área efetiva de pasto).

Ainda, o SSPn permitiu a melhoria dos atributos químicos do solo, pelo aumento da fertilidade do solo com o acúmulo de carbono, nitrogênio, fósforo e potássio, constatado por Zin Battisti et al. (2018).

Por outro lado os custos de implementação e manutenção do sistema Silvipastoril são inferiores quando comparados com SSPnúcleos, e coincidente a Barros et al. (2018), a produção forrageira pode ser afetada pelo dossel sombreado dos sistemas silvipastoris ao longo do ano, especialmente em climas subtropicais e temperados. Isso pode afetar as características das plantas forrageiras fazendo com que as pastagens sombreadas não apresentem produtividades em níveis equivalentes às das pastagens sem sombra.

Nas conclusões de Buch (2022), em fase inicial de implantação dos núcleos arbóreos, a produção de massa de forragem tampouco a composição botânica da pastagem não alteram quando comparados com a pastagem sem árvores. Entende-se que este fato está relacionado à mobilidade da sombra ao redor dos núcleos ao longo do dia.

As mudanças climáticas moldam(ram) os sistemas produção a torná-los resilientes aos desafios, regulando a produção agrícola (inter)nacional, e cabe a nós (a pesquisa científica),

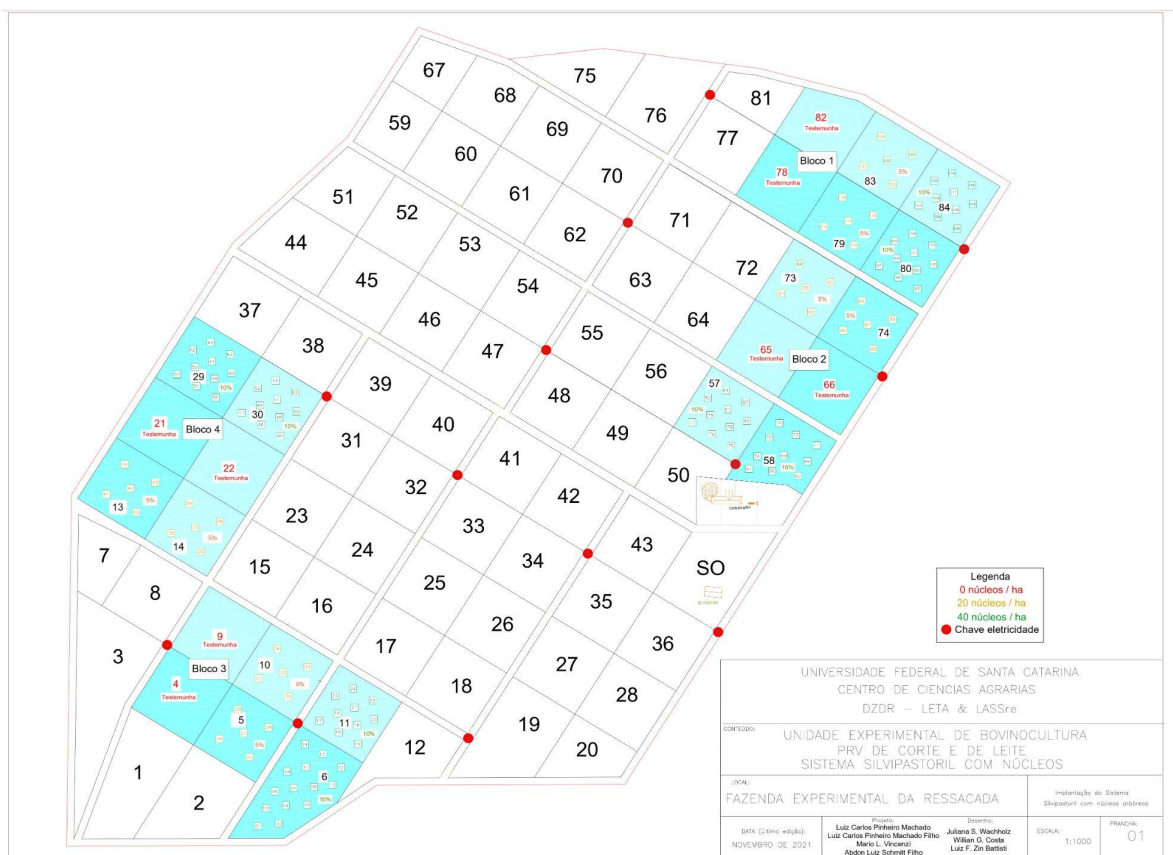
proponer novas técnicas que exigem mínimo gasto energético, uma vez que o aumento futuro esperado de extremos além dos limites definidos pela variabilidade histórica pode ser útil para identificar regiões para as quais são necessárias atenções e estratégias de adaptação (zoneamento agroclimático), bem como quantificar efeitos indiretos na mudança na qualidade do solo, disponibilidade dos recursos hídricos e colheitas, durante os períodos de carga de calor.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCAL E ÉPOCA

O experimento foi realizado nos meses de janeiro e fevereiro de 2022, na Fazenda Experimental da Ressacada (FER) da Universidade Federal de Santa Catarina, no bairro da Tapera, localizada a 27 km ao sul do centro de Florianópolis, no litoral do estado de Santa Catarina, com base nas coordenadas geográficas 27° 41' 06.28" S; 48°32' 38.81" O.

Figura 3 – Croqui da unidade experimental de bovinocultura PRV de corte e de leite no sistema silvipastoril com núcleos da fazenda da Ressacada (UFSC/DZDR).



Fonte: Projeto - Luis C. P. Machado, Luiz C. P. Machado Filho, Mario L. Vincenzi e Abdon L. S. Filho.
Desenho - Julian S. Wachholz, Wiliam G. Costa e Luiz F. Zin Battisti.

A vegetação original é composta pela floresta ombrófila densa e alguns pontos de floresta ombrófila mista (REZENDE et al., 2018). A classificação climática de Köppen define o local como uma sub-região de clima subtropical constantemente úmido, sem estação seca, com verão quente. As temperaturas são superiores a 22 °C no verão, com precipitação anual varia de 1270 a 1600 mm. A umidade relativa do ar média anual é de 82%, com insolação total de 2021 a 2166 horas (WREGGE et al., 2012).

Constituído por uma área de 24 hectares, manejados sob o sistema de Pastoreio Racional Voisin, o Setor de Bovinocultura de Corte e Leite da FER/UFSC (Biotério de Bovinos) aloja a Unidade de Ensino e Pesquisa em Sistemas Silvopastoris com Núcleos da FER/UFSC. Este Setor compreende o centro de manejo, o sistema viário (corredores) e 88 piquetes de 2.500 m² com bebedouros e cercado por cercas eletrificadas.

4.2 IMPLANTAÇÃO DOS NÚCLEOS ARBÓREOS

O projeto de dissertação é parte integrante do Projeto/Cooperação Interinstitucional do PROCAM/USP, GUND IEE/UVM e Laboratório de Sistemas Silvopastoris e Restauração Ecológica da Universidade Federal de Santa Catarina (LASSre), denominado “*Analyzing Ecosystem Services from Agroecology in the Atlantic Forest: A Participatory Modeling Approach*” (MEC/MCTI/CAPES/CNPq/FAPs). Este Projeto/Cooperação Interinstitucional é composto por 11 subprojetos entre estes o Projeto de Pesquisa que aloja esta dissertação denominado “*Efeitos do Sistema Silvopastoril com Núcleos no conforto térmico, ambiência e bem-estar de bovinos a pasto*” composto por uma equipe de pesquisadores e alunos da graduação do CCA/UFSC, mestrandos e doutorandos do Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas (PPGA) da UFSC, exploram a interseção entre produção animal e restauração e reabilitação ecológicas.

A Unidade de Ensino e Pesquisa em Sistemas Silvopastoris com Núcleos da FER/UFSC possui implantação gradual de espécimes (função das características de crescimento e de ciclo de vida das espécies arbóreas) que está em fase inicial e que prevê avaliações por vários anos consecutivos. O processo de implantação dos núcleos se iniciou na primavera de 2018 com as espécies do grupo funcional zero (GF0), ervas e arbustos. Após um ano foram implantados os grupos funcionais 01 (GF1), constituído de quatro mudas de *Schinus terembitifolium* (aroeira) e quatro de *Musa paradisiaca* (bananeira) dos vértices de cada núcleo. O grupo funcional 02 (GF2) composto de seis pioneiras de rápido crescimento foi implantado na primavera de 2019, 2020 e 2021. Essa comunidade apresenta cerca de dois metros de altura. Nas laterais, foram plantadas mudas de capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum*).

Figura 4 – Núcleos arbóreos de alta biodiversidade na Fazenda da Ressacada.



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Os núcleos implantados nos piquetes possuem 25 m² de área (5m x 5m) cada, distribuídos de maneira difusa e equidistante no interior de cada piquete (SCHMITT FILHO et al. 2013, SCHMITT FILHO et al. 2017, SCHMITT FILHO & FARLEY 2020). As densidades dos núcleos por hectare variam entre 5% (SSPn5) e 10% (SSPn10) dependendo do tratamento.

4.3 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi composto por 24 piquetes divididos em 03 tratamentos, perfazendo oito repetições (piquetes) cada um.

Sendo que, oito piquetes não possuem núcleos (SSPn0), representado pelo tratamento de piquetes com a pastagem sem árvores (PSA) também citado na literatura por “*treeless*

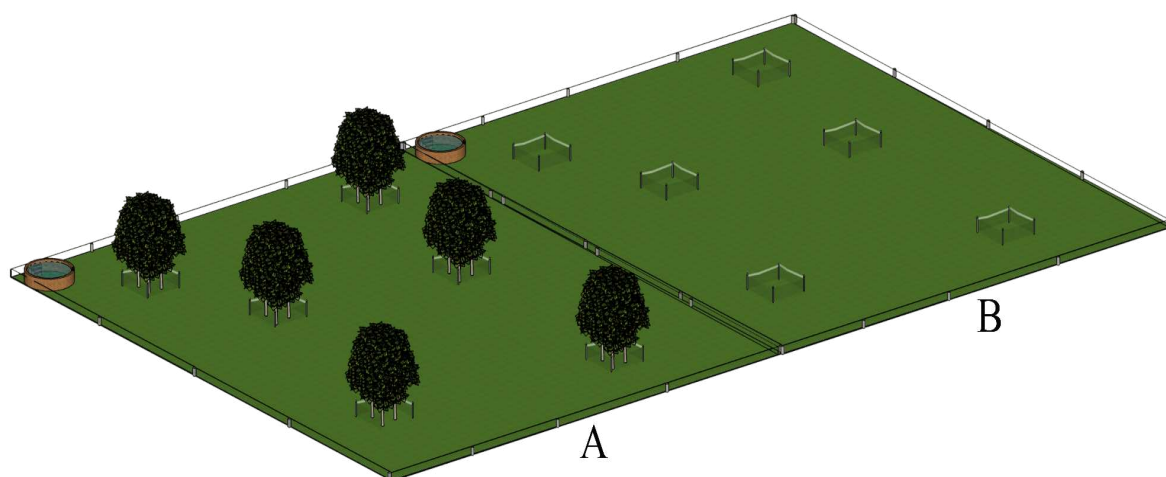
pasture” (TLP), outros oito piquetes possuem cinco núcleos implantados por piquete caracterizando o tratamento 5% de núcleos (SSPn5), e os oito piquetes restantes possuem 10 núcleos implantados por piquete caracterizando o tratamento 10% de núcleos (SSPn10).

4.4 COLETA DE DADOS

Os dados foram mensurados no período compreendido das 08h às 18h, a coleta ocorreu a cada 02 horas, formados por 03 intervalos: 8h-10h, 12h-14h e 16h-18h, de forma simultânea nos 03 tratamentos (SSPn0/SSPn5/SSPn10), através de 03 duplas. Cada dupla era composta por um observador (responsável pela identificação e verbalização da leitura dos dados dos equipamentos) e por um anotador (responsável por preencher os dados na planilha), em condições de céu aberto, com alta carga de radiação, conhecido como “céu de brigadeiro” (blue skies) durante 10 dias, não sequencial, distribuídos no verão austral (janeiro à fevereiro) do ano de 2022.

A coleta ocorreu baseada na metodologia proposta pelos trabalhos de Deniz et. al (2018).

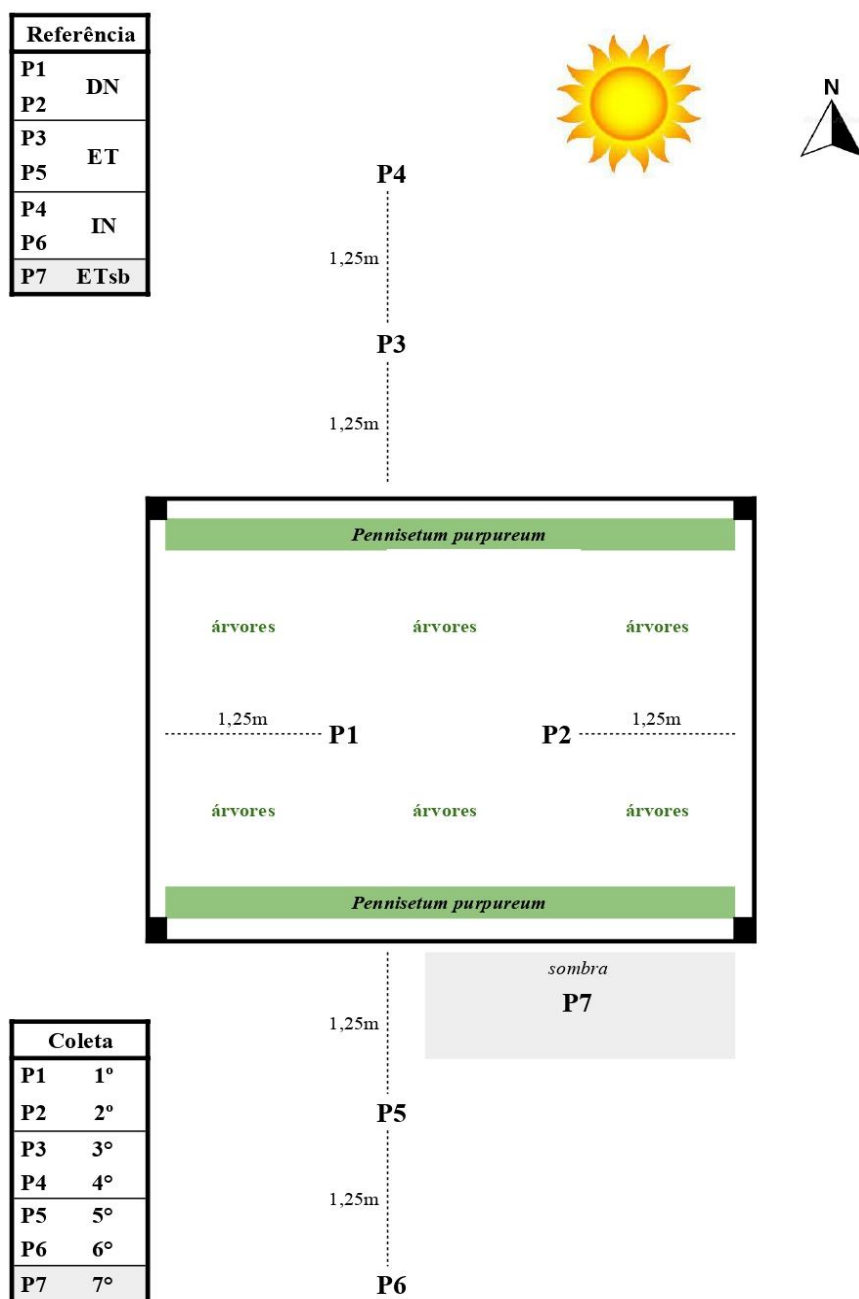
Figura 5 – Exemplo hipotético do SSPn (A) e da PSA (núcleos fictícios) (B).



Fonte: Deniz (2018).

As aferições das variáveis de microclima foram realizadas de forma constante em sete pontos, de forma sequencial, iniciando no ponto P1, seguido dos pontos P2, P3, P4, P5, P6 e por fim, o ponto P7, este último, quando ocorria, de acordo com a Figura 6.

Figura 6 – Croqui dos pontos de coleta do experimento.



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Os pontos P1 e P2 estão localizados Dentro do Núcleo (DN) - *Within Nuclei* (WN); o ponto P3 está localizado a 1,25 m ao norte do núcleo, na porção central; o ponto P4, localizado a 1,25m ao norte do ponto P3; o ponto 5 (P5) localizado a 1,25m ao Sul do núcleo, na porção central; os pontos P3 e P5 estão na região do Entorno do núcleo (ET) - *Around Nuclei* (AN), o ponto 6 (P6), localizado a 1,25m ao Sul do ponto P5; o ponto 7 (P7) – ponto central da projeção da sombra na região do Entorno do núcleo (ETsb) - *shaded area around nuclei* (ANsh), que ocorre na região do entorno ao internúcleo. Os pontos P4 e P6 estão localizados na região do Internúcleo (IN) - *Internuclei* (IN).

Desta forma, foram coletados 06-07 pontos por núcleo a cada período: 02 dentro do núcleo (DN), 02 pontos no entorno do núcleo (ET), 02 pontos na área internúcleos (IN) e 01 ponto à sombra (P7), quando ocorria. Foram aferidas as variáveis, por amostragem, de três núcleos por tratamento, e de igual forma, no PSA (tratamento SSPn0) nos núcleos fictícios (simulação).

Em cada ponto foram coletados 6 dados, aferidos a uma altura em relação ao solo de 20 cm para as variáveis: temperatura do ar ou temperatura de bulbo seco (T °C); Temperatura de Globo Negro (TGN); Umidade Relativa do ar (UR), aferidos pelo Medidor de Stress Térmico AKSO - modelo AK887; Velocidade do Vento (VV) Termo-Higroanemômetro digital portátil AKSO - modelo AK821; Temperatura Superficial do Solo (TSS) foi aferida por termômetro infravermelho AKSO - modelo AK32. A Temperatura de Solo (TS-2,5), foi aferida a uma profundidade de 2,5 cm pelo Termômetro Digital WT-1B (tipo espeto) por concentrar cerca de 90% das raízes a essa profundidade.

4.5 ANÁLISE DE DADOS

Os dados foram tabulados no software MS excel a partir de planilhas de campo e inicialmente analisados descritivamente. As análises inferenciais foram baseadas nos objetivos específicos desse trabalho. Foram empregados modelos de regressão linear simples e mistos utilizando o núcleo como medida aleatória. As medidas repetidas ao longo dos dez dias de coleta de dados foram agrupadas por meio do cálculo de média simples. Toda a análise estatística foi realizada com o auxílio do software R (TEAM, 2021) pela interface RStudio

(RSTUDIO, 2021).

Para as comparações entre o efeito global do tratamento, os dados de cada ponto de coleta, dentro, ao redor e nas áreas internúcleo foram combinadas e sua média atribuída. Por meio de regressão linear, esses modelos contavam com o efeito fixo de tratamento (0, 5 e 10) e quando necessário covariáveis foram incluídos para evitar confundimento nos resultados encontrados.

Por exemplo, quando estimado o valor de temperatura entre os tratamentos, nota-se que as áreas com mais núcleos possuem temperatura mais elevada, incluindo a variável de velocidade do vento, no qual os resultados expressam um valor de temperatura reduzido em relação à temperatura. Para comparação entre as médias geradas pelo modelo linear foi utilizado o teste de Tukey, com significância indicada à 5%.

Para as comparações entre diferentes áreas dentro do mesmo núcleo e suas interações com o tratamento, os dados foram agrupados por dia e área do núcleo, e o núcleo indicado como variável de efeito aleatório.

Assim, modelos lineares mistos foram construídos e as médias comparadas por meio de teste de Tukey-Kramer ($P < 0,05$) em contrastes específicos construídos a fim de responder os objetivos do trabalho.

Da mesma forma que para os modelos lineares simples, os modelos mistos também incluíram a variável de tratamento e área do núcleo e os efeitos de possíveis variáveis de confundimento como covariáveis no modelo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização detalhada das variáveis microclimáticas do SSPnúcleos com 5% e 10% de núcleos arbóreos e diagnóstico do efeito do SSPnúcleos implantado em áreas de pastagem não naturais desprovidas de árvores do Bioma Mata Atlântica no Sul do Brasil, avaliaram o potencial do SSPnúcleos em mitigar, mesmo que parcialmente, os efeitos da pecuária convencional nas mudanças climáticas.

Na tabela 1, foram comparados os dados considerando a média dos valores com a nucleação de 5% e 10% (SSPn) versus a pastagem sem árvores (PSA).

Tabela 1. Valores médios e intervalos de confiança de 95% das variáveis microclimáticas nos diferentes ambientes.

Variáveis	Sistemas				valor-p	Contraste SSPnúcleos - PSA
	SSPnúcleos		PSA			
	Médias	IC	Médias	IC		
TS-2.5 (°C) ^a	31.4	31.1 - 31.8	32.4	32.0 - 32.9	0.001*	-1.0°C
TSS (°C) ^b	35.5	34.9 - 36.1	35.8	35 - 36.7	0.4913	-0.356°C
T (°C) ^c	33.05	32.88 - 33.22	33.64	33.33 - 33.94	0.012*	-0,587°C
UR (%) ^d	62.1	61.5 - 62.7	60.7	59.6 - 61.9	0.095	+1.39%
TGN (°C) ^e	36.1	35.8 - 36.4	37.1	36.5 - 37.7	0.0209*	-1.01 ° C
VV (m/s) ^f	0.693	0.598 - 0.788	1.735	1.600 - 1.869	<0.0001*	-1.04 m/s

Fonte: Dados elaborados pelo autor deste trabalho.

Notas: Variáveis microclimáticas com $p < 0,05$ sofreram influência significativa de SSPnúcleos em relação a PSA.

^a Temperatura do solo a 2,5 cm de profundidade.

^b Temperatura da superfície do solo.

^c Temperatura do ar.

^d Umidade relativa.

^e Temperatura de globo negro.

^f Velocidade do vento.

As variáveis umidade relativa (UR, %) e temperatura superficial do solo (TSS, °C) foram semelhantes entre os sistemas avaliados. Por sua vez, a interferência do núcleo proporcionou menor: velocidade do vento (-1,042 m/s), temperatura do solo a 2,5 cm de profundidade (-1.0°C) e temperatura de globo negro (-1.01 °C), confirmando a hipótese deste trabalho.

Houve alteração das variáveis microclimáticas pelo efeito que os núcleos criaram nos piquetes, modificando a disponibilização de luz (carga radiante) e a evapotranspiração.

Durante a fase de coleta dos dados do experimento, de forma corriqueira, nos dias de

extrema carga radiante, elevada temperatura do ar e baixa umidade relativa, ocorreu o “acionamento do alarme sonoro” do Índice de Bulbo Úmido de Termômetro de Globo (IBUTG), indicando que a exposição ao meio não era confortável e saudável a sua permanência, em razão de limites pré determinados do equipamento.

Na tabela 2, são comparados os dados dos tratamentos SSPn5, SSPn10 e na pastagem sem árvores (PSA).

Tabela 2. Valores médios e intervalos de confiança de 95% das variáveis microclimáticas nos três tratamentos.

Variáveis	Sistemas					
	SSPnúcleos 5%		SSPnúcleos 10%		PSA 0%	
	Médias	IC	Médias	IC	Médias	IC
TS-2.5 (°C) ^a	31.7ab	31.2 - 32.2	31.2b	30.7 - 31.7	32.4a	32 - 32.9
TSS (°C) ^b	36.3a	35.6 - 37.1	34.6b	33.9 - 35.3	35.8a	35.1 - 36.5
T (°C) ^c	33.05b	32.88 - 33.22	32.98ab	32.69 - 33.27	33.71a	33.32 - 34.10
UR (%) ^d	62.1a	61.5 - 62.7	62.5a	61.5 - 63.6	60.3a	58.9 - 61.7
TGN (°C) ^e	36.1b	35.8 - 36.4	35.7b	35.2 - 36.2	37.5a	36.8 - 38.2
VV (m/s) ^f	0.840b	0.733 - 0.946	0.547c	0.441 - 0.653	1.735a	1.628 - 1.841

Fonte: Dados elaborados pelo autor deste trabalho.

Notas: Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem ($p < 0,05$).

^a Temperatura do solo a 2,5 cm de profundidade.

^b Temperatura da superfície do solo.

^c Temperatura do ar.

^d Umidade relativa.

^e Temperatura de globo negro.

^f Velocidade do vento.

A temperatura do solo a 2,5 cm de profundidade (TS-2.5, °C) foi semelhante nos sistemas silvipastoris com núcleos (SSPn), entretanto, foi maior no tratamento da pastagem sem árvores (PSA), tendo uma temperatura mais elevada (+1,2 °C) quando observado o SSPn10, reforçando a hipótese deste estudo. Por outro lado, houve um valor expressivo entre as nucleações do SSPn para a temperatura da superfície do solo (TSS, °C), tendo a maior média o SSPnúcleos 5%, confirmando a interferência do SSPn10 na variável microclimática (-1,45 °C, entre médias).

A temperatura do ar (T, °C) não diferiu quando comparados os núcleos do Sistema Silvipastoril com núcleos (SSPn), entretanto, foi significativo no SSPn5, com maior valor, em média, para a pastagem sem árvores (PSA), indicando que ausência de núcleos eleva a

temperatura do ar atmosférico (em até +0,66 °C).

As médias da umidade relativa (UR, %) não foram significativas entre os tratamentos observados, reafirmando sua grandeza como variável macroclimática, uma vez que a produção de valor e temperatura do ar não foram suficientes ao ponto de modificá-la estatisticamente.

A temperatura de globo negro (TGN, °C) não diferiu quando comparados entre as nucleação do SSPn, entretanto, foi significativo com temperatura maior para a pastagem sem árvores (PSA), demonstrando que há aumento da exposição de carga radiante em locais desprovidos de componente arbóreo, acarretando no stress do animal, conforme verificado por Karvatte Jr. et al. (2016), a busca por ambientes sombreados é uma das mudanças no comportamento de animais de produção quando submetidas a condições de altas temperaturas e incidência de radiação solar.

Os resultados das médias para a velocidade do vento (VV, m/s) foram significativos entre os tratamentos, bem como esperava-se de forma crescente para SSPn5, SSP10 e houvesse a maior velocidade de vento na pastagem sem árvores (PSA), que pode interferir no crescimento do vegetal, seja na rápida evaporação (perda de água para ambiente) ou até no choque mecânico das paredes celulares da forrageira (pastagem).

O Sistema Silvipastoril com núcleos (SSPn) favoreceu a redução na faixa da velocidade do vento (VV, m/s) de 0,89 a 1,18 m/s e da temperatura de globo negro (TGN, °C) de 1,4 a 1,8 °C. Dos sistemas avaliados, o SSPn10 abrandou em 1,2 °C, ambas as temperaturas, de Superfície do Solo (TSS, °C) e na profundidade de 2,5 cm (TS-2.5, °C).

Na tabela 3, foram comparados os dados considerando a média dos valores com a nucleação de 5% e 10% (SSPn) versus a pastagem sem árvores (PSA), nos pontos sombreados e ensolarados.

Tabela 3. Valores médios e intervalos de confiança de 95% das variáveis microclimáticas em ambientes sombreados ou não.

Variáveis	Núcleos área	Sistemas					
		SSPnúcleos				PSA	
		5%		10%		0%	
		Médias	IC	Médias	IC	Médias	IC
TS-2.5 (°C) ^a	Sombreado	29.6b	28.9 - 30.3	28.8b	28 - 29.6	32.4a	31.3 - 33.6
	Ensolarado	32.1a	31.5 - 32.8	31.5a	30.9 - 32.2		
TSS (°C) ^b	Sombreado	30.7c	29.5 - 31.8	29.7c	28.4 - 31	35.8ab	34.1 - 37.6
	Ensolarado	37.6a	36.5 - 38.7	35b	34 - 36.1		
T (°C) ^c	Sombreado	32.4b	32 - 32.7	32.4bc	32 - 32.8	33.5ac	32.8 - 34.1
	Ensolarado	33.4a	33.1 - 33.7	33.3a	33 - 33.6		
UR (%) ^d	Sombreado	63.2a	62.3 - 64	63.1a	62.1 - 64	62a	60.4 - 63.7
	Ensolarado	61.6a	60.8 - 62.4	61.6a	60.8 - 62.4		
TGN (°C) ^e	Sombreado	35.5b	35 - 35.9	35.1b	34.5 - 35.6	36.3ab	35.4 - 37.2
	Ensolarado	36.5a	36.1 - 36.9	36.4a	36 - 36.8		
VV (m/s) ^f	Sombreado	0.736b	0.567-0.906	0.598b	0.405-0.790	1.735a	1.463 - 2.006

Fonte: Dados elaborados pelo autor deste trabalho.

Notas: As médias de uma mesma variável seguida da mesma letra (linhas e/ou colunas) não diferem ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

^a Temperatura do solo a 2,5 cm de profundidade.

^b Temperatura da superfície do solo.

^c Temperatura do ar.

^d Umidade relativa.

^e Temperatura de globo negro.

^f Velocidade do vento.

Na tabela 03, qualquer ponto com registro de sombra no tratamento 5% compôs o 5% sombreado (*shaded*), qualquer ponto com registro de sem sombra no tratamento 5% compôs o tratamento 5% ensolarado (*sunny*), o mesmo para o 10%. Para a pastagem sem árvores (PSA) não houve categorização de dados.

As temperaturas do solo na profundidade de 2,5 cm (TS-2.5, °C) não diferiram entre si, nas áreas com sombra, e da mesma forma, nas áreas com sol, entretanto, houve significância quando comparadas as áreas com sol com as da sombra. Entende-se que o fator sombra favorece a redução da temperatura do solo na profundidade de 2,5 cm.

A temperatura superficial do solo (TSS, °C) não foi significativa entre si nas áreas com sombra (30,2 °C), todavia, houve significância quando comparadas as áreas com sol e sombra, tendo o tratamento SSPn10 a menor temperatura (29.7 °C) nas áreas com sol do que o SSPn5, fato demonstrado, que a pastagem sem árvores (PSA) atingiu +5,6 °C em relação ao

SSPn sombreado.

A temperatura do ar (T , °C), uma covariante da velocidade do vento, não diferiu entre si, nas áreas com sombra, e da mesma forma, nas áreas com sol, entretanto, houve significância quando comparadas as áreas com sol com as da sombra.

Umidade relativa do ar (UR, %), covariando com velocidade do vento, não diferiram entre si nas áreas com sombra, ou nas áreas com sol, e também não houve significância quando comparadas. Novamente, tal comportamento pode ser analisado como uma variável “macrorregional”.

As temperaturas de globo negro (TGN, °C), covariante da velocidade do vento, não foram diferentes entre si nas áreas com sombra e nas áreas com sol, todavia, houve diferença quando comparadas com áreas de sol com as áreas da sombra dentro dos tratamentos SPPn5 e SPPn10. Não diferiram as áreas com sombra com as áreas da pastagem sem árvores (PSA).

A velocidade do vento (VV, m/s) não foi influenciada com a presença ou não de sombra, mas sim como a presença dos núcleos que formam barreiras físicas, uma vez que as árvores proporcionam uma redução da velocidade do vento, atuando como uma barreira física (quebra-vento) na densidade superior a 400 árvores/ha. Tal mitigação, promove menor evapotranspiração devido à influência no fechamento estomático, que está ligado diretamente à manutenção da alta taxa de fotossíntese (SOARES et al., 2009). Não houve diferença significativa entre os tratamentos, mas os tratamentos com núcleos diferiram da área com a pastagem sem árvores (PSA).

O Sistema Silvipastoril com núcleos (SSPn) beneficiou a diminuição nos intervalos da temperatura superfície do solo (TSS, °C) de 2,8 a 3,6 °C, da temperatura do solo na profundidade de 2,5 cm (TS-2,5, °C), na velocidade do vento (VV, m/s) de 0,99 a 1,13 m/s. Dos sistemas aferidos, independente da área ser sombreada ou ensolarada, a temperatura de globo negro foi semelhante. Fato este que pode ser justificado pelo período insuficiente para estabilização do equipamento (AKSO - modelo AK887) entre a coleta de uma área com sombra e outra ensolarada.

Na Tabela 4, foram analisadas as variáveis microclimáticas, sendo considerado nove pontos de coleta, adotando-se, nove tratamentos.

Tabela 4. Valores médios e intervalos de confiança de 95% das variáveis microclimáticas por áreas.

Variáveis	Núcleos área	Sistemas					
		SSPnúcleos				PSA	
		5%		10%		0%	
		Média	IC	Média	IC	Média	IC
TS-2.5 (°C) ^a	DN ^g	28.7b	28.2 - 29.3	28.3b	27.8 - 28.9	32.4a	31.9 - 33
	ET ^h	33.3a	32.8 - 33.8	33.1a	32.6 - 33.6		
	IN ⁱ	33.2a	32.6 - 33.7	32.3a	31.8 - 32.8		
	ETsb ^j	28.8b	28.3 - 29.4	29.4b	28.8 - 29.9		
TSS (°C) ^b	DN ^g	30.9c	30.1 - 31.7	31.2c	30.4 - 32	35.8b	35 - 36.7
	ET ^h	38.7a	37.9 - 39.5	37.2ab	36.4 - 38		
	IN ⁱ	28.7a	27.9 - 29.5	36b	35.2 - 36.8		
	ETsb ^j	38.3d	37.5 - 39.1	28.3d	27.5 - 29.2		
T (°C) ^c	DN ^g	32.4b	32.1 - 32.7	32.5ab	32.1 - 32.9	33.8a	33.3 - 34.3
	ET ^h	33.4a	33.1 - 33.6	33.4a	33.2 - 33.7		
	IN ⁱ	33.8a	33.5 - 34	33.8a	33.5 - 34		
	ETsb ^j	32.5b	32.2 - 32.7	32b	31.8 - 32.3		
UR (%) ^d	DN ^g	62.7ab	61.8 - 63.6	62.4abc	61.3 - 63.5	61.5bcd	60.2 - 62.7
	ET ^h	61.5cd	60.8 - 62.2	61.5bc	60.7 - 62.3		
	IN ⁱ	60.4cd	59.6 - 61.2	60d	59.3 - 60.7		
	ETsb ^j	63.2ab	62.5 - 64	64a	63.3 - 64.7		
TGN (°C) ^e	DN ^g	35.4cd	34.9 - 35.9	35.1cd	34.5 - 35.7	36.9ab	36.2 - 37.6
	ET ^h	36.4b	36.1 - 36.8	36.5b	36.1 - 37		
	IN ⁱ	37.3ab	36.8 - 37.7	37.4a	37 - 37.8		
	ETsb ^j	35.7bc	35.3 - 36.1	34.7d	34.4 - 35.1		
VV (m/s) ^f	DN ^g	0.383fg	0.257 - 0.509	0.181g	0.055 - 0.306	1.735a	1.609 - 1.860
	ET ^h	0.859cd	0.733 - 0.984	0.574ef	0.448 - 0.699		
	IN ⁱ	1.203b	1.077 - 1.328	0.729de	0.603 - 0.855		
	ETsb ^j	1.106bc	0.980 - 1.231	1.003bc	0.877 - 1.129		

Fonte: Dados elaborados pelo autor deste trabalho.

Notas: As médias de uma mesma variável seguida da mesma letra (linhas e/ou colunas) não diferem (p<0,05) pelo teste de Tukey.

^a Temperatura do solo a 2,5 cm de profundidade.^b Temperatura da superfície do solo.^c Temperatura do ar.^d Umidade relativa.^e Temperatura de globo negro.^f Velocidade do vento.^g Área de dentro do núcleo.^h Área do entorno do núcleo.ⁱ Área do internúcleos.^j Área do entorno do núcleo com sombra.

A temperatura de solo TS-2.5 (°C) não diferenciou significativamente entre as gradações da nucleação (SPPn5 e SPPn10) em todos os pontos, e entre os sistemas (nucleação e PSA), também não houve relevância para os pontos entorno do núcleo (ET) e internúcleo (IN). Todavia, foram observados por De Sousa et al. (2021), além da temperatura do solo, menores valores médios ($p < 0,05$) de ITGU. Houve significância para os pontos dentro dos núcleos (DN) e na área sombreada ao entorno do núcleo (ETsb), nos quais apresentaram temperatura de solo inferior à da pastagem sem árvores (PSA), por outro lado, as maiores médias foram encontradas nos pontos no entorno do núcleo (ET) e no internúcleo (IN).

A maior média da temperatura de solo a nível superficial TSS (°C) foi identificada no ponto no entorno do núcleo (ET), por outro lado, a menor média da temperatura de solo a nível superficial TSS (°C) foi registrada no ponto internúcleo (IN), no SSPn5 com 28,7 °C. Não houve diferença significativa entre o SPPn10 e a pastagem sem árvores (PSA) para os pontos no entorno do núcleo (ET) e no internúcleo (IN), bem como também não houve diferença estatística entre as nucleações para os pontos dentro do núcleo (DN), no entorno do núcleo (ET) e na área do entorno do núcleo com sombra (ETsb).

Os valores médios da temperatura do ar (T, °C) não foram significados entre os sistemas (nucleação e PSA) para os pontos no entorno do núcleo (ET) e no internúcleo (IN). ***Todavia, houve significância na área sombreada ao redor do núcleo (ETsb), nos quais apresentaram a temperatura do ar inferior a da pastagem sem árvore (PSA).*** O ponto internúcleos (IN) diferenciou estatisticamente apenas no SSPn5, onde apresentou menor temperatura do ar (T, °C). **Observando o intervalo de confiança (CI), a pastagem sem árvore (PSA) apresentou maior faixa da temperatura de ar em comparação com a nucleação.**

Tal efeito, infere que a maior quantidade de árvores presentes nos piquetes modifica a distribuição dos bovinos no espaço, mesmo quando as condições climáticas não são muito adversas. Quando se lhes oferece uma área com maior quantidade de árvores, os bovinos se distribuem preferentemente nas áreas sombreadas para ruminar e repousar. Por conseguinte, os comportamentos sociais, sejam eles agonísticos ou afiliativos, e que necessariamente requerem proximidade entre os animais, são mais frequentes na área de influência da copa das árvores (AGUDELO, 2012).

As médias de umidade relativa do ar (UR, %) não foram significativas entre os sistemas (nucleação e PSA), para os dos pontos dentro do núcleo (DN), no entorno do núcleo (ET) e no internúcleo (IN), porém, foi significativo para a área no entorno do núcleo (com sombra (ETsb).

A temperatura de globo negro (TGN, °C) obteve média não significativa ao ponto de não distinguir a gradação da nucleação em comparação a pastagem sem árvore (PSA) nos pontos no entorno do núcleo (ET) e no internúcleo (IN). Os pontos dentro do núcleo (DN) e na área no entorno do núcleo com sombra (ETsb) não obtiveram diferença significativa entre a nucleação, mas houve menor temperatura quando comparados a pastagem sem árvore (PSA).

Os dados (médias) da velocidade do vento (VV, m/s) foram significativos para todos os pontos da nucleação quando comparados com a pastagem sem árvore (PSA), este último, apresentou o maior valor médio da velocidade do vento, bem como o intervalo de confiança. Nos pontos dentro do núcleo (DN) e na área no entorno do núcleo com sombra (ETsb) não foram significativos quando comparado entre a nucleação, contudo, para os pontos no entorno do núcleo (ET) e no internúcleo (IN) o SSPn5 obteve valor significativo e superior quando observado o SSPn10.

Em resumo, foi possível identificar que os valores médios das variáveis microclimáticas apresentaram comportamento similar na pastagem sem árvore (PSA) em alguns pontos. Nos pontos mais afastados do núcleo, como no entorno do núcleo (ET) e no internúcleo (IN) foi observado maior temperatura solo a 2,5 cm de profundidade, superfície do solo e de globo negro. Por essas razões, causam ambiente menos favorável ao animais, conforme Pezzopane et al. (2019), que observou maior conforto térmico dos animais nos sistemas silvipastoris, com menor número de horas de estresse térmico e menor carga térmica radiante, e podem ajudar o gado a se adaptar às mudanças climáticas, quando comparados com uma pastagem a pleno sol.

Outra característica foi a manutenção da umidade relativa em todos os pontos do SSPn, exceto na área no entorno do núcleo com sombra (ETsb), quando comparado com a pastagem sem árvore (PSA), isso porque a umidade relativa é uma variável microclimática de natureza macro.

O Sistema Silvipastoril com núcleos (SSPn) nas áreas de dentro do núcleo (DN) e no

entorno do núcleo com sombra (ETsb), fez com que diminuísse a faixa da temperatura do ar (T, °C), da temperatura de superfície do solo (TSS, °C), da temperatura do solo na profundidade de 2,5 cm (TS-2.5, °C), da temperatura de globo negro (TGN, °C) e da velocidade do vento (VV, m/s), em razão da influência da sombra nesses locais, e pela presença de matéria orgânica associado a uma menor evapotranspiração, mantendo menor delta quando comparados a pastagem sem árvore (PSA).

6 CONCLUSÃO

O Sistema Silvopastoril com núcleos arbóreos (SSPn) alterou as variáveis microclimáticas quando comparadas com a pastagem sem árvores (PSA). Tal interferência permitiu reduzir a temperatura: superficial do solo (TSS °C), a 2,5 cm de profundidade do solo (TS-2.5, °C) e de globo negro (TGN, °C). A dedução ocorreu em pontos próximos (ETsb) e no interior do núcleo (DN), em razão da influência da sombra projetada.

Os núcleos (SSPn5 e SSPn10) proporcionaram a redução drástica da velocidade do vento (VV, m/s), atuando como barreiras físicas (quebra-ventos), sem comprometer a produção da forragem, além de permitir a produção de produtos florestais não madeireiros (PFNM), como frutas, cascas, fontes nutrientes e mel.

REFERÊNCIAS

- AGUDELO, José Alfredo Bran et al. **Comportamento diurno de bovinos leiteiros em sistema silvipastoril sob pastoreio racional voisin**. 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/96242/308834.pdf?sequence=1>. Acesso em: 19 dez. 2021.
- AMÉNDOLA, L. et al. Social behaviour of cattle in tropical silvopastoral and monoculture systems. **Animal**, v. 10, n. 5, p. 863-867, 2016. Disponível em: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1751731115002475?token=7D18B4F13FBC01C0476A5FD957D41963D81F688B144BEE3B7EB0871C3D41559548F63861C8294D95D88EECB3DA5B0097&originRegion=us-east-1&originCreation=20221024223748> . Acesso em jul. 2022. <https://doi.org/10.1017/S1751731115002475>
- ANTONELLI, Priscyla Vanessa et al. Desenvolvimento de *Cordia trichotoma* em função da adubação, em sistema silvipastoril no Sudoeste do Paraná-Brasil. **Ecologia e Nutrição Florestal**, v. 3, n. 3, p. 59-70, 2015. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/231213565.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2022. <https://doi.org/10.5902/2316980X19054>
- BALISCEI, Marcio Antonio et al. Microclima no sistema sem sombra e silvipastoril no verão e no inverno. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 35, p. 49-56, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asas/a/wCYgqVRyXKKsRG4DXW6PTPH/abstract/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 14 abr. 2021. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v35i1.15155>
- BARBIERI, Mariana Delgado; DA COSTA FERREIRA, Leila; BARBI, Fabiana. Governando as mudanças climáticas: As estratégias políticas de Brasil e China. **Idéias**, v. 9, n. 2, p. 71-98, 2018. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/ideias/article/view/8655192/19329>. Acesso em: 21 jun.2022. <https://doi.org/10.20396/ideias.v9i2.8655192>
- BARROS, Felipe Martins do Rêgo et al. Os sistemas silvipastoris impulsionam a comunidade bacteriana do ciclo de nitrogênio no solo. **Ciência e Agrotecnologia** , v. 42, p. 281-290, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/mScgGDwwjSPYjvtHspXBQJJ/abstract/?lang=en>. Acesso em: 31 jan. 2022. <https://doi.org/10.1590/1413-70542018423031117>
- BECK, Ulrich et al. Sociedade de risco. **São Paulo: Editora**, v. 34, p. 49-53, 2010. Disponível em: https://www.academia.edu/download/57261018/Bueno_2011_Entrevista_Ulrich_Beck_-_So_ciedade_de_risco.pdf .Acesso em: 17 dez. 2020.
- BENTO, Giovana Pittarelli; SCHMITT FILHO, Abdon Luiz; FAITA, Márcia Regina. Sistemas silvipastoris no Brasil: uma sistemática. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 9, n. 10, pág. e7019109016-e7019109016, 2020. <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/9016/8105>. Acesso em: 17 maio 2022.

<https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.9016>

BENTO, Giovana Pittarelli. **Sistema silvipastoril no Brasil e a diversidade de abelhas em agroecossistemas pastoris na Ilha de Santa Catarina**, SC. 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/230945/PAGR0488-D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 16 jun. 2022.

BERNARDI, Camila Motta Marin et al. Florestas plantadas de eucalipto em sistemas silvipastoris e o impacto da entrada do componente animal. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 5, p. 18, 2014. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/3160/2988>. Acesso em: 18 abr. 2021.

BERNARDINO, Fernando Salgado; GARCIA, Rasmô. Sistemas silvipastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 60, p. 77, 2009. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/48/52>. Acesso em: 18 abr. 2021.

BOCCHESE, R. A. et al. Chuva de sementes e estabelecimento de plântulas a partir da utilização de árvores isoladas e poleiros artificiais por aves dispersoras de sementes, em área de Cerrado, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, Belém, v. 16, n. 3, p. 207-213, 2008. Disponível em: https://www.academia.edu/download/42543573/Chuva_de_sementes_e_estabelecimento_de_p20160210-31305-1mjggbc.pdf. Acesso em: 12 mar. 2021.

BORGES, Marcus Gonçalves Euclides. **Influência do ambiente construído no microclima urbano**: estudo de caso no campus da Universidade Federal de Santa Catarina. 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/92839>. Acesso em 14 abr. 2022.

BORGES, Wander LB; CALONEGO, Juliano C.; ROSOLEM, Ciro A. Impacto da integração lavoura-pecuária-floresta na qualidade do solo. **Sistemas Agroflorestais**, v. 93, n. 6, pág. 2111-2119, 2019. Disponível em: https://idp.springer.com/authorize/casa?redirect_uri=https://link.springer.com/article/10.1007/s10457-018-0329-0&casa_token=Lx8YombKCJcAAAAA:X72HYHmlIGWsRr5T_17xOKXu_grbFVeb0yi5CW1YxBLfffKjrJGdbM3NFyiazwNbzTXlrQHMM5eopcPBAWL6g Acesso em: 12 jul. 2021.

BRASIL. **Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em 28 set. 2022.

BRASIL. **Lei nº 6.001**, de 19 de dezembro de 1973. Dispõe sobre o Estatuto do Índio. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16001.htm. Acesso em: 25 maio 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.985**, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em: 25 maio 2022.

BRASIL. **Lei nº 11.428**, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111428.htm. Acesso em: 15 mar. 2021.

BRASIL. **Lei nº 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. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm. Acesso em: 15 mar. 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.805**, de 29 de abril de 2013. Institui a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e altera a Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6660.htm. Acesso em: 15 mar. 2021.

BRASIL. **Decreto Federal nº 6.660**, de 21 de novembro de 2008. Regulamenta dispositivos da Lei no 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6660.htm. Acesso em: 25 maio. 2021.

BRASIL (2012). Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério do Desenvolvimento Agrário, coordenação da Casa Civil da Presidência da República. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/arquivo-publicacoes-plano-abc/download.pdf>. Acesso em: 30 ago 2022.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente**. Site oficial do Ministério do Meio Ambiente. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/biomas/mata-atlantica>. Acesso em: 16 abr. 2021.

BUCH, Raphael Ramon. **Sistemas silvipastoris com nucleação aplicada**: influência na composição botânica da pastagem. 2022. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/233548>. Acesso em: 26 ago. 2022.

BUNGENSTAB, D. J., ALMEIDA, R. G. DE, LAURA, V. A., BALBINO, L. C., FERREIRA, A. D. (2019). **ILPF**: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta. Brasília: Embrapa. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1113064/ilpf-inovacao-com-integracao-de-lavoura-pecuaria-e-floresta>. Acesso em: 5 set. 2022.

CAETANO, GA de O.; CAETANO JÚNIOR, MB Influência do sistema silvipastoril na puberdade de novilhas. **Revista PUBVET**, v.9, p.232-239, 2015. Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/artigo/161/influencia-do-sistema-silvipastoril-na-puberdade-de-novilhas>. Acesso em: 1º ago 2021. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v9n5.232-239>

CAMARGO, C.G.C.; BRAGA, H.; ALVES, R. Mudanças climáticas atuais e seus impactos no Estado de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v. 19, n. 3, p. 31-35, nov. 2006.

CAPO, Lorena Frigini Moro et al. DISTRIBUIÇÃO NATURAL DE *Myracrodruon urundeuva* FR. TUDO. NO BRASIL EM CENÁRIOS CLIMÁTICOS ATUAIS E FUTUROS DEVIDO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 46, e4609, 2022. Disponível em:

http://old.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622022000100209&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 7 de jun. 2022. <https://doi.org/10.1590/1806-90882022000009>

CARVALHO, Rafael P. de et al. Índices microclimáticos e de conforto térmico em sistemas silvipastoris sob diferentes direções de plantio e épocas do ano. **Rev. bras. eng. Viola. ambiente.**, Campina Grande, v. 24, n. 4, pág. 266-273, abril de 2020. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662020000400266&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 17 de abr. de 2021. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n4p266-273>.

CHRIST, Katherine L.; BURRITT, Roger L. Contabilidade gerencial ambiental: a importância de variáveis contingentes para adoção. **Journal of Cleaner Production**, v. 41, p. 163-173, 2013. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652612005392?via%3Dihub>
Acesso em: 14 ago. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.10.007>

CITTADIN, A.; DA ROSA, F. S. Práticas de Sustentabilidade Adotadas pelas Vitivinícolas dos Vales da Uva Goethe em Santa Catarina. **REUNIR Revista de Administração Contabilidade e Sustentabilidade**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 1-13, 2022. Disponível em:

<https://reunir.revistas.ufcg.edu.br/index.php/uacc/article/view/1058>. Acesso em: 6 set. 2022. <https://doi.org/10.18696/reunir.v12i1.1058>

COGO, Franciane Diniz et al. Estoque de carbono orgânico e atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-floresta com eucalipto no Cerrado Mineiro. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 11, n. 3, pág. e18911325774-e18911325774, 2022.

Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/25774>. Acesso em: 8 jun. 2022. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i3.25774>

COUMOU, Dim; ROBINSON, Alexandre. **Aumento histórico e futuro da área terrestre global afetada por extremos mensais de calor**. Cartas de Pesquisa Ambiental , v. 8, n. 3, pág. 034018, 2013. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/8/3/034018/pdf>. Acesso em: 22 out. 2022. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/3/034018>

CRAESMEYER, Kevin Christopher et al. Avaliação da ambiência de vacas leiteiras de alta performance criadas em sistema silvipastoril de alta diversidade no sul do Brasil. 2015. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/156648/Kevin_2015_1.pdf?sequence=1. Acesso em: 27 ago. 2022.

DE ALMEIDA SILVA, André et al. Estoques de carbono e transporte no Sistema Silvipastoril com Núcleos: a nucleação aplicada viabilizando a pecuária de baixo carbono. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 9, n. 10, pág. e2799108589-e2799108589, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/8589>. Acesso em: 24 out. 2022. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8589>

DE CASTRO SANTOS, Darliane et al. Acúmulo de massa seca de forragem e características estruturais do capim Piatã em sistemas silvipastoris no cerrado brasileiro. Agricultura, Ecosistemas e Meio Ambiente , v. 233, p. 16-24, 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/147591/1/Roberto-Guimaraes-forage-dry-mass.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.08.026>

DE FREITAS, Thiago Rodrigues; AGNE, Chaiane Leal; MATTE, Alessandra. PECUÁRIA FAMILIAR NO MUNICÍPIO DE CAÇAPAVA DO SUL/RS: ASPECTOS HISTÓRICOS, SOCIAIS E PRODUTIVOS. **HOLOS**, v. 6, p. 1-18, 2020. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/9865>. Acesso em 28 dez. 2021. <https://doi.org/10.15628/holos.2020.9865>

DE SOUSA, Karolini Tenffen et al. Influence of microclimate on dairy cows' behavior in three pasture systems during the winter in south Brazil. **Journal of Thermal Biology**, v. 97, p. 102873, 2021. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306456521000401?casa_token=cbeJePUj06UAAAAA:TBvZ5ywdbx3vhj7dQjSA2o80PiUpHgSHZoH9_yLu7rnP4wNu9wyWB98oUQbMjH0JlpA81E62IFmS. Acesso em: 22 out. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.102873>

DENIZ, Matheus et al. **Microclima e comportamento animal em sistema silvipastoril com núcleos**. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/193087/PAGR0408-D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 de mar. de 2020.

DENIZ, Matheus et al. Sistema silvipastoril de alta biodiversidade como alternativa para melhorar o ambiente térmico nas propriedades leiteiras. **Jornal internacional de biometeorologia**, v. 63, n. 1, pág. 83-92, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00484-018-1638-8>. Acesso em: 16 de mar. de 2020.

DENIZ, Matheus et al. Preferências de microclima e área de pastagem por vacas leiteiras sob sistema silvipastoril de alta biodiversidade no sul do Brasil. **Jornal Internacional de Biometeorologia**, v. 64, n. 11, pág. 1877-1887, 2020. Disponível em: https://idp.springer.com/authorize/casa?redirect_uri=https://link.springer.com/article/10.1007/s00484-020-01975-0&casa_token=wXSTHpE85nwAAAAA:h-oGpBppYtcZZ6s60isWWFiFLmJbexVmOVxVYRDvvdSZ8Cxbuxw7Ey9gTwsnUQPKnEzFIRE3ns8JCBXtsQI. Acesso em: 17 de mar. de 2020.

DEVKOTA, NR; KEMP, PD; HODGSON, J; VALENTINE, I; JAYA, IKD. Relação entre a altura do dossel das árvores e a produção de espécies de pastagem em um sistema silvipastoril baseado em amieiros. **Agrofor Syst** 76, 363–374, 2009. <https://doi.org/10.1007/s10457-008-9192-8>

DIAS FILHO, Moacyr Bernardino. Sistemas silvipastoris na recuperação de pastagens tropicais degradadas. **Anais de Simpósios da 43ª Reunião Anual da SBZ**. 2006. João Pessoa: Pernambuco. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/43967/1/005C.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2022.

ELIAS, Guilherme Alves; SANTOS, Robson dos. Produtos florestais não madeireiros e valor potencial de exploração sustentável da floresta atlântica no sul de Santa Catarina. **Ciência Florestal**, v. 26, p. 249-262, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/FdpVzctsYKRzSj7pm8FVCts/?format=html>. Acesso em: 15 maio 2022. <https://doi.org/10.5902/1980509821117>

EPAGRI. Números da agropecuária catarinense - 2020. Florianópolis, SC, 2020. 64p. Epagri. **Documentos**, 313. ISSN 2674-9521 (on-line). Disponível em: https://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/Numeros_Agropecuaria_Catarinen_semaio2020site.pdf. Acesso em: 7 mar. 2021.

ESMAY, M.L. **Principles of animal environment**. Westport: Avi, 1982. 325p. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19710101310>. Acesso em: 7 jul. 2022.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics. Disponível em: http://www.fao.org/faostat/es/#rankings/countries_by_commodity_exports. Acesso em: 25 jan. 2021.

FERREIRA, L.C; BARBI, F. Algumas questões sobre preocupações ambientais no Brasil e na China (justiça social e sociedades em transição). **China & Brasil: Desafios e oportunidades**, p. 183-203, 2013.

FIGUEIREDO, Deleon Demoner Cauty. Responsabilidade Ambiental do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina nos Desastres. **Ignis: Rev. Téc. Cient. CBMSC**, Florianópolis, v. 6, n. 1, p. 1-19, maio, 2021: Disponível em: <https://ignis.emnuvens.com.br/revistaignis/article/view/123>. Acesso em: 5 out. 2022.

FRANKS, Steven J. Facilitação em múltiplos estágios da história de vida: evidências de sucessão nucleada em dunas costeiras. **Ecologia Vegetal**, v. 168, n. 1, pág. 1-11, 2003. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1023/A:1024426608966.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2022. <https://doi.org/10.1023/A:1024426608966>

GAZZONI, DL. Como alimentar 10 bilhões de cidadãos na década de 2050? **Ciência e Agricultura**, v.68, p.33-38, 2017. <https://doi.org/10.21800/2317-66602017000400012>

GIDDENS, A. **A Política da mudança climática**. Rio de Janeiro: Zahar, 2010.

GIRO, Alessandro et al. Comportamento e temperatura da superfície corporal de bovinos de corte em sistemas integrados lavoura-pecuária com ou sem sombreamento de árvores. **Ciência do Ambiente Total**, v. 684, p. 587-596, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969719324301>. Acesso em: 12 jan. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.377>

GÓMEZ, S.; GUENNI, O.; GUENNI, LB de. Crescimento, fotossíntese foliar e eficiência do uso da luz do dossel sob diferentes irradiâncias e suprimento de N no solo na gramínea forrageira *Brachiaria decumbens* Stapf. **Grass and Forage Science**, v.68, p.395-407, 2013. <https://doi.org/10.1111/gfs.12002>.

GREY, G. W.; DENEKE, F. J. **Urban Forestry**. 2. ed. Malabar: Krieger Publishing Company, 1992. 299 p.

GUENNI, O.; SEITER, S.; FIGUEROA, R. Respostas de crescimento de três espécies de *Brachiaria* à intensidade luminosa e ao suprimento de nitrogênio. **Tropical Grasslands**, v.42, p.75-87, 2008. Disponível em: https://www.tropicalgrasslands.info/public/journals/4/Historic/Tropical%20Grasslands%20Journal%20archive/PDFs/Vol_42_2008/Vol42_02_2008_pp75_87.pdf. Acesso em: 14 abr. 2021.

HAMADA, Emília et al. **Efeito de mudanças climáticas globais sobre a distribuição espacial do número provável de gerações do bicho-mineiro do cafeeiro**. Trabalho apresentado no CBAgro 2005 - XIV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 18 a 21/7/2005, Unicamp, Campinas/SP. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1021086/1/2005AA087.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2022.

HOPPER, Stephen D.; SILVEIRA, Fernando AO; FIEDLER, Peggy L. Hotspots de biodiversidade e teoria Ocbil. **Planta e Solo**, v. 403, n. 1, pág. 167-216, 2016. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-015-2764-2>. Acesso em 15 set. 2022.

HOWLETT, David S. et al. Armazenamento de carbono no solo em sistemas silvipastoris e uma pastagem sem árvores no noroeste da Espanha. **Revista da qualidade ambiental**, v. 40, n. 3, pág. 825-832, 2011. Disponível em:

https://acess.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.2134/jeq2010.0145?casa_token=8OfZg9Xu0ykAAAAA:myK8jC6NRyaD4K1t_XOpL7L6FP_IHIGZSRUw5l84HQwM1zSm8gwBQUN6aueKZmybL4lBl-_8Zv-X9H8O. Acesso em: 17 jun. 2021.
<https://doi.org/10.2134/jeq2010.0145>

IPCC, 2022. **Mudanças Climáticas 2022: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade**.

Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Disponível em:

<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>. Acesso em: 08 jun. 2022

JOSEPH, L.; SCHMITT FILHO, A. L.; SINISGALI, P.; FARLEY J.; ZAMBIAZI, D. C. Sistemas silvipastoris e serviços ecossistêmicos: a visão dos produtores de leite do Sul do Brasil. **Revista de Ciências Agrárias** (Lisboa), v. 42, p. 829-841, 2019. Disponível em:

<https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/17116/14463>. Acesso em: 18 abr. 2021.
<https://doi.org/10.19084/rca.17116>

JUNQUEIRA, Alexandre da Costa et al. Sistemas agroflorestais e mudanças na qualidade do solo em assentamento de reforma agrária. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 1, p. 102-115, 2013. Disponível em:

https://orgprints.org/24446/1/JUNQUEIRA%2C%20Alexandre%20da%20Costa_Sistemas%20agroflorestais%20e%20mudan%C3%A7as%20na%20qualidade%20do%20solo.pdf. Acesso em: 22 mar. 2022.

KARVATTE, Nivaldo et al. Efeito do sombreamento no microclima e nos índices de conforto térmico em sistemas integrados lavoura-pecuária-floresta no Centro-Oeste brasileiro. **Jornal Internacional de Biometeorologia**, v. 60, n. 12, pág. 1933-1941, 2016. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s00484-016-1180-5>. Acesso em: 12 ago. 2022.
<https://doi.org/10.1007/s00484-016-1180-5>

KRETZER, Stéfano Gomes et al. **Influência do sistema silvipastoril com núcleos de alta biodiversidade na dinâmica e microclima forrageiro**. 2019. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/214812/PAGR0435-D.pdf?sequence=1>. Acesso em: 26 nov. 2021.

LAL, R. Carbon sequestration. **Philosophical Transactions of the Royal Society**. 363(1492), 815-830, 2007. Disponível em:

<https://royalsocietypublishing.org/doi/epdf/10.1098/rstb.2007.2185>. Acesso em: 16 dez. 2020.
<http://doi.org/10.1098/rstb.2007.2185>

LAMANO FERREIRA, Maurício (Org.); ZABOTTO, Alessandro (Org.); PERLOTTO, Fernando (Org.). Verde urbano. 1. ed. Engenheiro Coelho, SP: **Unaspress**, 2021. v. 1. 217p .

Disponível em:

https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/44650/1/CAPITULO_ArvorePatrimonioCultural.pdf. Acesso em: 18 ago. 2021. <https://doi.org/10.19141/978-65-89185-53-6>

LIMA, M.; QUADRO, M.F.L.; PEREIRA, R.S. et al. **Relação entre as unidades de frio e o rendimento das safras de maçã de 1997 a 2002 em Fraiburgo**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, Santa Maria, RS: Unifra; SBA, 2003.

LEES, Ângela M. et al. O impacto da carga de calor no gado. *Animais*, v. 9, n. 6, pág. 322, 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2615/9/6/322/pdf>. Acesso em: 22 out. 2022. <https://doi.org/10.3390/ani9060322>

LORENZEN, Eline D. et al. Respostas espécie-específicas da megafauna do Quaternário Superior ao clima e aos humanos. *Natureza*, v. 479, n. 7373, pág. 359-364, 2011. Disponível em: https://idp.nature.com/authorize/casa?redirect_uri=https://www.nature.com/articles/nature10574&casa_token=18aYTpK4G9IAAAAA.n8fwBGt6D_9BF9jRCsoh7poJwWQsDhtnvMJaxyqFjnwR-R9howEX4OUZh5xIgaZEJDa1Qbyxr8b6qV5YmNc. Acesso em: 11 dez. 2020.

MACHADO, Luiz Carlos Pinheiro. **Pastoreio Racional Voisin: tecnologia para o terceiro milênio**. Porto Alegre: Ed. Cinco Continentes, 2004.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Brasil projeções do agronegócio 2019/20 a 2029/30**. Brasília, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/ao-completar-160-anos-ministerio-da-agricultura-preve-crescimento-de-27-na-producao-de-graos-do-pais-na-proxima-decada/ProjecoesdoAgronegocio2019_20202029_2030.pdf. Acesso em: 9 abr. 2021.

MARQUES, Marta Inez Medeiros; "Financiamento Ambiental, Mudanças Climáticas e o Agronegócio no Brasil", p. 143 -170. In: **Finanças Verdes no Brasil: Perspectivas Multidisciplinares Sobre o Financiamento da Transição Verde**. São Paulo: Blucher, 2022. ISBN: 9786555502480. Disponível em: <https://openaccess.blucher.com.br/article-details/06-23366>. Acesso em: 29 out. 2022. <https://doi.org/10.5151/9786555502480-06>

MARTHA JÚNIOR, G. B.; CORSI, M. Pastagens no Brasil: situação atual e perspectivas. **Preços Agrícolas**, Piracicaba, v.171, p.3–6, 2001.

MARTINEZ, G. B. et al. Technological evolution and production arrangements of crop-livestock-forestry integration systems in Brazil. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1025547/1/ICLS029.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2022.

MARTINS, Fabíola Mendes et al. **Efeitos da estrutura funcional de sistemas agroflorestais sobre as relações C/N nos tecidos vegetais e serapilheira**. 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/230936/PAGR0482-D.pdf?sequence=->

1. Acesso em: 12 jan. 2022.

MASCARÓ, Lucia R. **Ambiência Urbana**. 2ª .ed. Porto Alegre: + 4 Editora, 2006. 199p.: il

MENDONÇA, Francisco de Assis. Mudanças Climáticas Globais: Controvérsias, Participação Brasileira e Desafios à Ciência. **Revista Humboldt**, 1(2), 1-28, 2021. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/humboldt/article/view/57365>. Acesso em: jan. 2022.

MICHENER, C. D. The Bees of the World. Baltimore. Johns Hopkins. **Nature-953p**, 2000.

NARDONE, Alessandro et al. Efeitos das mudanças climáticas na produção animal e sustentabilidade dos sistemas pecuários. **Pecuária Ciência** , v. 130, n. 1-3, pág. 57-69, 2010. Disponível em:

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141310000740?casa_token=A94B2nl0GusAAAAA:qjYKEbUy_ZVgpIjH7a2BNuSGfsV1QNPAfr7iG305qKx59AxsPC1OiVhK-441_grE56h689_qda8. Acesso em: 22 out. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.02.011>

OREFICE, Joseph e cols. Dinâmica do solo e da planta do sub-bosque durante a conversão de floresta em silvopastura, pastagem aberta e bosque. **Sistemas Agroflorestais**, v. 91, n. 4, pág. 729-739, 2017. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10457-016-0040-y#Sec11>. Acesso em: 14 ago. 2022. <https://doi.org/10.1007/s10457-016-0040-y>

PACIULLO, Domingos Sávio Campos et al. Densidade do solo e partição de biomassa de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Scientia Agrícola**, v. 67, p. 598-603, 2010. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162010000500014&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 14 abr. 2021. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162010000500014>.

PACIULLO, Domingos Sávio Campos et al. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1176-1183, 2011. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/pab/a/jzM6CYVCddFMMy4ZBCwFMDzt/?format=html&lang=pt>
Acesso em: 13 abr. 2021.

PALM, Cheryl et al. Agricultura de conservação e serviços ecossistêmicos: uma visão geral. **Agricultura, Ecossistemas e Meio Ambiente**, v. 187, p. 87-105, 2014. Disponível em:

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880913003502?casa_token=_dMCmOHs3BwAAAAA:e8kTe6lBTEjXyQl_1jYc1PwMdKyR4p45t63OwZpRSoGanh21MpXzDxeStAPAxgfSiaWOCFHPPrTN5. Acesso em: 25 maio 2022.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.10.010>

PANDOLFO, Cristina et al. Estimativas dos impactos das mudanças climáticas nos zoneamentos da cultura da banana e da maçã no Estado de Santa Catarina. **Agropecuária**

Catarinense, v. 20, p. 36-40, 2007. Disponível em:

https://www.academia.edu/download/34398021/mudancas_maca_banana.pdf. Acesso em: 20 jan. 2022.

PANDOLFO, Cristina et al. Impacto das mudanças climáticas nas horas de frio, graus-dias e amplitude térmica do ar para a videira (*Vitis vinifera* L.) Var. Cabernet sauvignon, no Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 16, n. 3, p. 267-274, 2008. Disponível em: <http://sbagro.org/files/biblioteca/1985.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2022.

PERI, Paulo Luís; DUBE, Francisco; VARELLA, Alexandre Costa. Sistemas silvipastoris nas zonas subtropicais e temperadas da América do Sul: uma visão geral. **Sistemas Silvipastoris no Sul da América do Sul**, p. 1-8, 2016. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-24109-8_1. Acesso em: 11 dez. 2021. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24109-8_1

PETRI, José L. et al. **Dormência e indução da brotação de fruteiras de clima temperado**. EPAGRI, 1996. 110 p., 1996.

PEZARICO, Carmen Regina et al. **Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais**. 2009. Disponível em:

<https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/310/1/CarmenReginaPezarico.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2022.

PEZZOPANE, José Ricardo Macedo et al. Animal thermal comfort indexes in silvopastoral systems with different tree arrangements. **Journal of thermal biology**, v. 79, p. 103-111, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.12.015>

PORFÍRIO-DA-SILVA, Vanderley et al. Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo. **Colombo: Embrapa Florestas**, 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Maria-Nicodemo/publication/278706996_Arborizacao_d_e_pastagens_com_especies_florestais_madeireiras_implantacao_e_manejo/links/55895b1c08ae9076016f5198/Arborizacao-de-pastagens-com-especies-florestais-madeireiras-implantacao-e-manejo.pdf. Acesso em: 02 fev. 2021.

PBMC, PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. Sumário Executivo do Volume 1: Base Científica das Mudanças Climáticas. **Contribuição do Grupo de Trabalho**, v. 1, p. 34, 2012.

PERI, Pablo Luis; DUBE, Francisco; VARELLA, Alexandre (Org.). **Sistemas silvipastoris no sul da América do Sul**. Berlim/Heidelberg, Alemanha: Springer International Publishing, 2016. Disponível em:

https://www.researchgate.net/profile/Alvaro-Sotomayor-3/publication/297913035_Silvopastoral_Systems_in_Temperate_Zones_of_Chile/links/5cd32494299bf14d958176b6/Silvopastoral-Systems-in-Temperate-Zones-of-Chile.pdf. Acesso em: 14 jan. 2022. doi.org/10.1007/978-3-319-24109-8_1

TEAM, R. Core. R Core Team: A language and environment for statistical computing R Foundation for Statistical Computing. **Vienna, Austria**, 2021. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 13 jul. de 2022.

REIS, Ademir et al. Nucleação: concepção biocêntrica para a restauração ecológica. **Ciência Florestal**, v. 24, p. 509-519, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/SDQzHk8KYyxXS4qrOBs4tHM/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 27 fev. 2022. <https://doi.org/10.5902/1980509814591>

REIS, Natani S. et al. A sombra modifica as respostas comportamentais e fisiológicas de vacas leiteiras de baixa a média produção em pastagem em um sistema integrado lavoura-pecuária-floresta. **Animais**, v. 11, n. 8, pág. 2411, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2615/11/8/2411/pdf>. Acesso em: 10 mar. 2022. <https://doi.org/10.3390/ani11082411>

REZENDE, C. L., SCARANO, F. R., ASSAD, E. D., JOLY, C. A., METZGER, J. P., STRASSBURG, B. B. N., MITTERMEIER, R. A. From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. **Perspectives in ecology and conservation**, 16(4), 208-214. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2530064418301317?via%3Dihub>. Acesso em: 28 fev. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2018.10.002>

REZENDE, N. S. et al. Percepção do bem-estar animal na pecuária familiar de leite em Unai, Minas Gerais. **Holos**, 1, 1–12, 2021. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/download/10374/pdf/30614>. Acesso em: 18 abr. 2022.

RIBEIRO, Wagner Costa. Políticas públicas ambientais no Brasil: mitigação das mudanças climáticas. **Scripta Nova**, v. 270, n. 25, 2008. Disponível em: <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-270/sn-270-25.htm>. Acesso em: 4 abr. 2022.

RODRIGUES, Cristina Aparecida Gonçalves et al. Fertilidade do solo de pastagens com Brachiaria sob diferentes níveis de degradação em Guararapes (SP). In: **Embrapa Territorial-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33., 2011, Uberlândia, MG. Anais... Uberlândia, MG: CBCS, 2011., 2011. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/916460/1/CristinaCBCS1.PDF>.

RODRIGUES, Cynara Oliveira Diniz et al. Relações de luz e desempenho do capim-braquiária no sistema silvipastoril. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 36, p. 129-136, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asas/a/zK8Kx9WBYw4fz6VrFjNZQ3K/abstract/?lang=en>. Acesso em: 6 maio 2022. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v36i2.22398>

RSTUDIO [online]. 2021. Disponível em: <https://www.rstudio.com/products/rstudio/download/>. Acesso em: 13 jul. de 2022.

SANTOS, AC dos. A Agrofloresta Agroecológica: Um momento de síntese da agroecologia, uma agricultura que cuida do meio ambiente. **Boletim Eletrônico. Curitiba: Departamento de Estudos Sócio-Econômicos Rurais**, n. 156, 2007.

SARABIA, Lucero et al. Melhorando a ciclagem do nitrogênio em sistemas pecuários através de sistemas silvipastoris. In: **Dinâmica de nutrientes para a produção agrícola sustentável**. Springer, Cingapura, 2020. p. 189-213. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-13-8660-2_7. Acesso em: 11 dez. 2021. https://doi.org/10.1007/978-981-13-8660-2_7

SCHAFFER, W. B.; PROCHNOW, M. A Mata Atlântica e você : como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira. **Brasília: APREMAVI, 2002.**, p. 156, 2002. Disponível em: <https://apremavi.org.br/wp-content/uploads/2021/08/a-mata-atlantica-e-voce-baixa-20mb.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2022.

SCHMITT FILHO, Abdon e cols. Integrando agroecologia com pagamentos por serviços ecossistêmicos na Mata Atlântica de Santa Catarina. In: **Governando a provisão de serviços ecossistêmicos**. Springer, Dordrecht, 2013. p. 333-355. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-5176-7_17. Acesso em 19 dez. 2020. https://doi.org/10.1007/978-94-007-5176-7_17

SCHMITT FILHO, A. L. et al. **Payment for Ecosystem Services in Santa Rosa de Lima: Innovative practices to leverage social change and environmental recovery** 4th Convención Internacional AGRODESARROLLO 2016 & 11th International Workshop “Trees and Shrubs in Livestock Production”. 2016.

SCHMITT FILHO, A. L. et al. Nucleation theory inspiring the design of High Biodiversity Silvopastoral System in the Atlantic Forest Biome: ecological restoration, family farm livelihood and agroecology. In: **World Conference on Ecological Restoration. Foz do Iguaçu PR**. 2017. p. 450.

SCHMITT FILHO, Abdon; FARLEY, Joshua. Abordagens de estudo de caso transdisciplinares para a restauração ecológica de ecossistemas de florestas tropicais. In: **Estratégias Ecológicas Econômicas e Socioecológicas para a Conservação Florestal**. Springer, Cham, 2020. p. 185-212. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Joshua-Farley-2/publication/341363340_Transdisciplinar_y_Case_Study_Approaches_to_the_Ecological_Restoration_of_Rainforest_Ecosystems/links/5f04b034a6fdcc4ca45352c7/Transdisciplinary-Case-Study-Approaches-to-the-Ecological-Restoration-of-Rainforest-Ecosystems. Acesso em: 28 maio 2022. https://doi.org/10.1007/978-3-030-35379-7_10

SEEG (2021). Análise das emissões brasileiras de gases do efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil 1970 –2020. **Sistema de estimativa de emissões de gases**

de efeito estufa, 1-55. Disponível em:

https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG_9/OC_03_relatorio_2021_FINAL.pdf. Acesso em: 1 set. 2022.

SHIMOSAKA, Agnes Mitsuyo et al. **Caracterização físico-química de agregados no sistema silvipastoril com núcleos**: uma análise comparativa em diferentes usos e ocupações dos solos. 2022. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/231241/PAGR0487-D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 19 jul. 2022.

SILVEIRA, Cleiton da Silva et al. Mudanças climáticas na bacia do rio São Francisco: Uma análise para precipitação e temperatura. **RBRH**, v. 21, p. 416-428, 2016. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbrh/a/dvfXN4T9JzRp6K6VFbhH9Pc/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 13 jun. 2022. <https://doi.org/10.21168/rbrh.v21n2.p416-428>

SIMIONI, Gisele Francioli et al. Resposta de aves a sistemas silvipastoris de alta biodiversidade: integrando produção de alimentos e conservação da biodiversidade por meio de nucleação aplicada no sul do Brasil. **Agricultura, Ecossistemas e Meio Ambiente**, v. 324, p. 107709, 2022. Disponível em:

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880921004138?casa_token=lcscCTnFQrUAAAAA:brdTuCXWlGaa3MR5oZIP5jA2HCeCWPTR8BSycAPQ-tpFSqSh8NDj_LeFR1obNJWw5cGim0YE1O6r. Acesso em: 10 jul. 2022.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107709>

SOARES, André Brugnara et al. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 443-451, 2009. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbz/a/hmyQVrm8YchVmpM5HfFJzTH/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 13 jun. 2022. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000300007>

SOUSA, Mateus Pereira et al. Sistemas de Integração Lavoura, Pecuária e Florestal. **Revista Brasileira de Ciências**, [S. l.], v. 1, n. 10, pág. 53–63, 2022. Disponível em:

<https://bjs.emnuvens.com.br/revista/article/view/153>. Acesso em: 20 ago. 2022.
<https://doi.org/10.14295/bjs.v1i10.153>

STINGHEL, Marcelo Augusto. **Estudo de viabilidade agrônômica de diferentes forrageiras em um sistema silvipastoril na Região Noroeste e Norte do Estado do ES**. 2022. Disponível em:

https://200.137.71.11/bitstream/handle/123456789/2229/TCC_Estudo_Viabilidade_Agronomica_Forageira.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 12 set. 2022.

VENTURIN, Leandro; GONÇALVES, André Luis R. Sistemas Agroflorestais-produção de alimentos em harmonia com a natureza. **Dom Pedro de Alcântara: Centro Ecológico (Cartilha)**, 2014.

VOISIN A.. **Grass Productivity**. Paris: Island Press, 1961.

WEBSTER, Emily e cols. Pastagens melhoradas dão suporte a indicadores iniciais de restauração do solo em agroecossistemas de baixo insumo da Nicarágua. **Gestão Ambiental**, v. 64, n. 2, pág. 201-212, 2019. Disponível em:

https://idp.springer.com/authorize/casa?redirect_uri=https://link.springer.com/article/10.1007/s00267-019-01181-8&casa_token=pUv8EcZvbEEAAAAA:Uw3R2UN0u_Vw9-c9LMoD7O0YVUrvbhCj5dszyqS6aXvEOqiiLT00gx1yR_JHI4uNai5c-TPgPvNIqxkx40. Acesso em: 14 jul. 2022.

WREGGE, Marcos Silveira et al. **Atlas climático da região sul do Brasil: estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2012., 2012. Disponível em:

<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/143521/1/Atlas-climatico-da-regiao-Sul-do-Brasil.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2021.

YARRANTON, GA; MORRISON, RG Dinâmica espacial de uma sucessão primária: nucleação. **O Jornal de Ecologia**, p. 417-428, 1974. Disponível em:

<https://www.jstor.org/stable/2258988>. Acesso em: 27 fev. 2022.

<https://doi.org/10.2307/2258988>

ZIN BATTISTI, Luiz Fernando et al. Atributos Físicos do Solo em um Sistema Silvopastoril com Núcleos Arbóreos no Estado de Santa Catarina. **HOLOS**, [S.l.], v. 6, p. 1-16, dez. 2020. ISSN 1807-1600. Disponível em:

<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/9473>. Acesso em: 14 abr. 2021.

<https://doi.org/10.15628/holos.2020.9473>

ZIN BATTISTI, Luiz Fernando et al. Atributos químicos do solo em um sistema silvipastoril **Acta Agronômica**, v. 67, n. 4, pág. 486-493, 2018. Disponível em:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-28122018000400486&script=sci_arttext&tln g=en. Acesso em 11 nov. 2021. <https://doi.org/10.15446/acag.v67n4.70180>

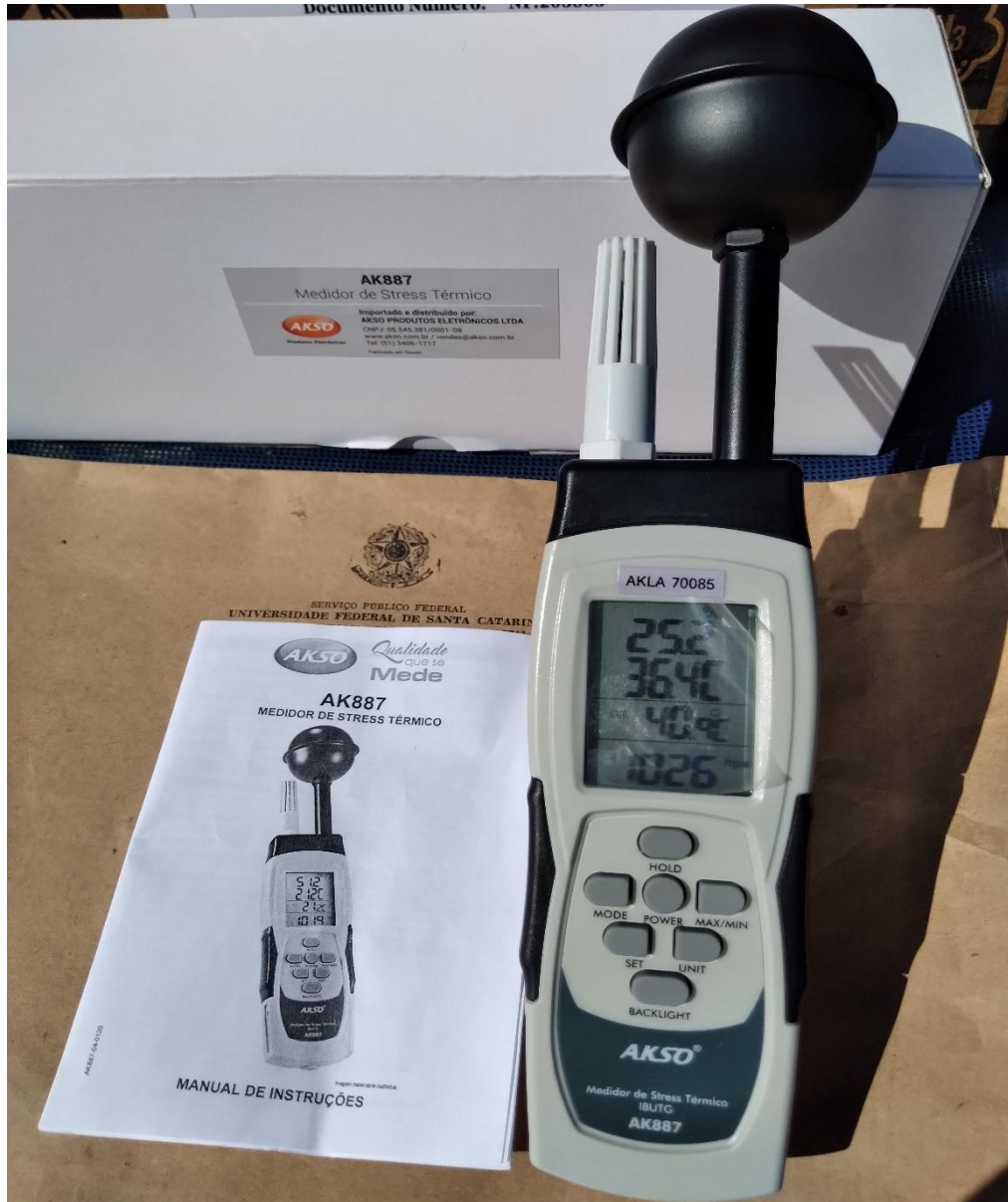
ANEXO A – Planilha de campo para a coleta de dados.

Trat.: 0 %		Bloco:						
Data: ___/___/2022		Hora: ___ h às ___ h			Equipe:			
		Núcleo: _____						
	Variável	P1	P2	P3 (N)	P4 (N)	P5 (S)	P6 (S)	P7 *
Solo 0 (Infravermelho)	SST (°C)							
Solo < 2,5 (espeto)	STT-2,5 (°C)							
20 cm	UR (%)	o	o	o	o	o	o	o
	T (°C)							
	TGN (°C)							
	VV (m/s)							
Trat.: 5 %		Bloco:						
Data: ___/___/2022		Hora: ___ h às ___ h			Equipe:			
		Núcleo: _____						
	Variável	P1	P2	P3 (N)	P4 (N)	P5 (S)	P6 (S)	P7 *
Solo 0 (Infravermelho)	SST (°C)							
Solo < 2,5 (espeto)	STT-2,5 (°C)							
20 cm	UR (%)	o	o	o	o	o	o	o
	T (°C)							
	TGN (°C)							
	VV (m/s)							
Trat.: 10 %		Bloco:						
Data: ___/___/2022		Hora: ___ h às ___ h			Equipe:			
		Núcleo: _____						
	Variável	P1	P2	P3 (N)	P4 (N)	P5 (S)	P6 (S)	P7 *
Solo 0 (Infravermelho)	SST (°C)							
Solo < 2,5 (espeto)	STT-2,5 (°C)							
20 cm	UR (%)	o	o	o	o	o	o	o
	T (°C)							
	TGN (°C)							
	VV (m/s)							

ANEXO B – Equipamento Termo-Higroanemômetro AKSO modelo AK821.

ANEXO C – Equipamento Termômetro infravermelho AKSO modelo AK32.

ANEXO D – Equipamento Termômetro infravermelho AKSO modelo AK887.



ANEXO E – Termômetro Digital WT-1B (tipo espeto)

ANEXO F – Disposição dos equipamentos por dupla.

ANEXO G – Área experimental da FER/UFSC.

