

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA
AGR99006 - DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**Natália Giehl Palamar
(00274469)**

**Da pesquisa ao campo: estudo de tecnologias baseadas no conceito de
intensificação sustentável**

PORTO ALEGRE, AGOSTO DE 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA

**Da pesquisa ao campo: estudo de tecnologias baseadas no conceito de
intensificação sustentável**

Natália Giehl Palamar
(00274469)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do Grau de Engenheiro Agrônomo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Supervisor de campo do Estágio: Dr^a. Rubia Luciane Dominschek Lima De Lai

Orientador Acadêmico do Estágio: Dr^o. Professor Paulo César De Faccio Carvalho

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO



Prof(a) Depto de Plantas de Lavoura Renata Pereira da Cruz
Prof(a) Depto Zootecnia Alexandre de Mello Kessler
Prof(a) Depto Fitossanidade José Antônio Martinelli
Prof(a) Depto de Horticultura e Silvicultura Sérgio Luiz Valente Tomasini
Prof(a) Depto de Solos Clesio Gianello
Prof(a) Depto de Solos Pedro Selbach
Prof(a) Depto de Plantas de Lavoura Aldo Merotto
Prof(a) Depto de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia Roberto Luis Weiler

PORTO ALEGRE, AGOSTO DE 2023.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a mim, pelo esforço e dedicação e nunca ter desistido dos sonhos, a minha menininha interior deve estar muito feliz da nossa trajetória, houve muitos desafios, mas conseguimos, superá-los.

Agradecimento especial aos meus pais Darci Palamar e Ivanete Giehl pelo incentivo ao estudo e todo investimento que fizeram em mim. A minha irmã Sarah Giehl Palamar que sempre torceu por mim e esteve disponível com um abraço quentinho para me acalmar nos momentos difíceis dessa caminhada.

Ao meu noivo Aleksandro C. G. Lopes que mudou a sua vida ao me receber na dele, segurou firme a barra ao meu lado durante todos os anos juntos, sempre acreditou em mim e está ao meu lado comemorando essa conquista.

Agradeço ao grupo de pesquisa em ecologia do pastejo (GPEP) ao qual faço parte desde o início da graduação, e que me ajudou financeiramente para continuar indo para a faculdade. E a todos os colegas integrantes do GPEP, que sempre estiveram à disposição na troca de ideias e auxílio técnico-científico. Ao professor Paulo de Faccio Carvalho, responsável pelo grupo, sempre com algum ensinamento ou uma palavra amiga.

Aos colegas Jusiane Rosseto, William de Souza Filho e Rúbia Dominschek, que sempre me auxiliaram a me manter firme durante esse longo caminho, pela generosidade de todos e pela compreensão.

A minha amiga Mariana Lima que em muitos momentos de choro e angústia estava comigo para me consolar, sempre de forma firme, mas generosa e leve estava para me dar bons conselhos, trazendo uma luz para essa trajetória.

E para finalizar, o sentimento de carinho que sinto por todos vocês é muito grande, cada um esteve de alguma forma me auxiliando e tocando a minha vida. Não esquecerei de nenhum de vocês que estiveram comigo, em especial (novamente) a todos que passaram pelo GPEP durante a minha estada. Aos vários professores que contribuíram para minha formação, mas também que falaram coisas boas para minha vida. E aos demais colegas que não foram citados aqui, mas que passamos bons momentos, reunindo para estudar e/ou darmos risadas nos intervalos.

RESUMO

A sustentabilidade na agricultura é um objetivo fundamental para garantir a crescente demanda de alimentos, minimizando os impactos negativos e preservando recursos naturais. A fim de atender à necessidade de produção agrícola sustentável, surge o conceito de sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA), que maximizam o uso da área produtiva, gerando complexidade ao sistema e sucedendo em um processo produtivo resiliente. É dentro da premissa de sustentabilidade que a aliança SIPA está inserida como uma entidade público-privada sem fins lucrativos formada por pesquisadores das Universidades Federais do Rio Grande do Sul, Paraná e Rondonópolis. Tem por objetivo disseminar novas tecnologias para a agricultura e propor soluções aos desafios enfrentados pelos agricultores. Com esta proposta o estágio foi realizado a partir do acompanhando de experimentos realizados em parceria com a Yara Fertilizantes na EEA-UFRGS e um protocolo de longa duração localizado no município de São Miguel das Missões (RS). Além disso, com o objetivo de compreender como se dá a adoção de novas práticas por parte dos agricultores e qual a caracterização geral das unidades produtivas na região nordeste do Rio Grande do Sul (RS), participei da aplicação de um questionário desenvolvido pela FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) e de visitas técnicas com agricultores que implementaram os conceitos da aliança SIPA.

LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Localização dos municípios que fizeram parte do estágio.....	10

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	07
2. CARACTERIZAÇÃO DA ALIANÇA SIPA.....	08
3. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO	09
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
4.1 <u>Produção Integrada de Sistemas Agropecuários (PISA).....</u>	12
4.2 <u>Sustentabilidade em propriedades rurais: a avaliação SAFA.....</u>	13
5. ATIVIDADES REALIZADAS	15
5.1 <u>Experimento I</u>	15
5.2 <u>Experimento II</u>	16
5.3 <u>Visitas e palestras técnicas</u>	17
6. DISCUSSÃO	20
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

1. INTRODUÇÃO

A agricultura sofreu um processo de industrialização, através da especialização de monocultivos, que foi muito importante no cenário pós segunda guerra mundial para garantir o acesso a alimentação em quantidade e qualidade para população. No entanto, ainda há pessoas sofrendo de insegurança alimentar, que passou de 8% da população mundial para 9,3% nos anos de 2019 a 2021 (UNICEF, 2022), e a tendência é de aumentar.

Diante desses desafios, torna-se necessário redesenhar os sistemas agroalimentares, unindo esforços entre atores públicos e privados para encontrar soluções personalizadas para esse problema global (PROST *et al.*, 2018). A transição de sistemas lineares e altamente especializados para sistemas mais complexos de produção de alimentos requer discussões sobre intensificação sustentável e conceitos (PRETTY *et al.*, 2020).

A inserção de modelos que promovam a diversidade, e são adaptáveis à realidade de cada região ou propriedade rural, torna os sistemas menos vulneráveis a fatores externos, como o clima e as flutuações do mercado. É necessário promover maior comunicação entre os elos do agroecossistema, não apenas focando no desenvolvimento de tecnologias, mas também na sua inclusão e implementação, avaliando a essencialidade da inovação e as redesenhando, se necessário (MARTIN; MARTIN-CLOUAIRE; DURU, 2013).

A relação entre os pesquisadores e outros atores envolvidos no desenvolvimento dos agroecossistemas também desempenha papel importante nos resultados dos processos de modificações e transformações desses sistemas complexos (MACHADO, 2022). Portanto, o redesenho dos sistemas não é apenas um desafio técnico, mas também institucional e social, exigindo interações e relações adequadas para uma transferência de conhecimento efetiva.

As propriedades familiares desempenham papel crucial na transição para sistemas produtivos mais sustentáveis. É possível melhorar os níveis de sustentabilidade nessas propriedades, respeitando suas limitações de recursos naturais, financeiros e o contexto socioeconômico.

Durante o período de estágio, houve métodos avaliativos de sustentabilidade em propriedades da agricultura familiar e de participar de dois experimentos da parceria

entre a Aliança SIPA e universidades, assim como em protocolos experimentais de empresas privadas.

Um dos experimentos foi realizado em parceria com a empresa Yara, na Estação Experimental Agronômica (EEA) da UFRGS, em Eldorado do Sul/RS. Nesse experimento, foram avaliadas diferentes espécies forrageiras e doses de nitrogênio, com parcelas subdivididas. A coleta de solo e a análise laboratorial das amostras coletadas foram as principais atividades do estágio.

O segundo experimento ocorreu em São Miguel das Missões, na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul. Nesse experimento, foram realizados cultivo de lavoura de soja no verão e manejo de bovinos em pastagem de azevém no inverno, com diferentes intensidades de pastejo. Também tiveram atividades de pesagem dos animais e o monitoramento das diferentes alturas de manejo do pasto.

Além dos experimentos, ocorreram palestras técnicas, como a do Engenheiro Agrônomo Leandro Ebert, que abordou a adoção de técnicas de pastejo com alturas controladas para gado leiteiro. Essas técnicas consideram o comportamento animal e proporcionam melhores resultados para os produtores.

Essas experiências de estágio tiveram início em 30/12/22 e término em 12/05/23, que proporcionaram um conhecimento prático e a oportunidade de acompanhar de perto os processos e práticas relacionados à produção agropecuária, que são importantes contribuições para a profissão de agrônomo.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ALIANÇA SIPA

A aliança SIPA é uma entidade público-privada sem fins lucrativos, concebida por pesquisadores das Universidades Federais do Rio Grande do Sul, Paraná e Rondonópolis. Com o objetivo de unir pessoas e instituições que trabalham na produção e difusão de conhecimento acerca dos Sistemas Integrados de Produção Agropecuários (SIPA).

A entidade possui parcerias estabelecidas pela sua liderança pelo Grupo de Pesquisa em Sistema Integrado de Produção Agropecuária (GPSIPA) e Grupo de Pesquisa em Ecologia da Pastagem (GPEP) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), pelo Núcleo de Inovação em Tecnologia Agropecuária (NITA) da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e pelo Grupo de Pesquisa e Inovação em Sistemas Puros e Integrados de Produção Agropecuária (GPISI) da Universidade

Federal de Rondonópolis (UFR), reconhecidos por sólida produção técnico-científica e larga experiência na pesquisa em SIPA e capacitação de recursos humanos.

3. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO

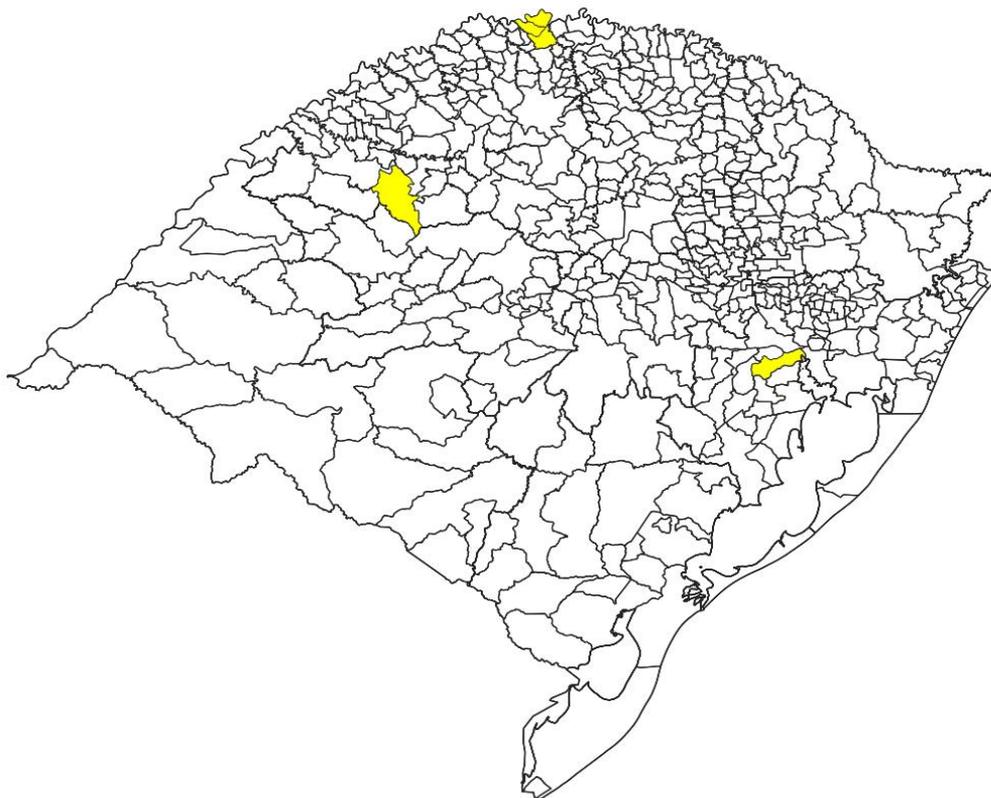
O estágio foi desenvolvido em experimentos da Aliança SIPA (experimentos na Estação Experimental Agronômica da UFRGS (EEA), em propriedade de São Miguel das Missões e em algumas propriedades participantes do projeto PISA Noroeste, e demais propriedades da região de Frederico Westphalen que se voluntariaram a participar de um levantamento da sustentabilidade de propriedades rurais da região, por meio da metodologia SAFA (Sustainability Assessment of Food and Agriculture) desenvolvida pela FAO.

Na EEA está o experimento I que faz parte da parceria com a Yara, que está localizada no município de Eldorado do Sul no Rio Grande do Sul (RS), situada próximo a Porto Alegre e faz parte da área de preservação do delta do Jacuí, possui diversas fazendas, pousadas e parques (Eldorado do Sul, 2023). Faz parte da vegetação do Bioma Pampa, seu clima segundo a classificação de Köppen é subtropical úmido (Cfa) e o solo é um Argissolo Vermelho distrófico típico.

No município de São Miguel das Missões, no Planalto Médio do RS, está localizado o experimento II, na Fazenda Espinilho, que pertence à família Garcia de Garcia. O solo desta área é um Latossolo Argiloso, profundo e bem drenado, com relevo suavemente ondulado (MARTINS *et al.*, 2015). O clima é do tipo Cfa, subtropical úmido segundo a classificação de Köppen. O município é conhecido pela atração turística do sítio histórico de São Miguel Arcanjo, tombado como patrimônio histórico cultural pela UNESCO (IBGE, 2023).

As propriedades visitadas para aplicação do SAFA, são dos municípios de Frederico Westphalen, Vicente Dutra e Caiçara, que estão no extremo norte do RS e fazem divisa com o estado de Santa Catarina (SC), às margens do rio Uruguai. Com solos com alto afloramento rochoso e manchas variadas de tipo de solos, sendo predominante os Neossolos, Luvissole próximo ao rio Uruguai e nas áreas de relevo mais plano cambissolo háplico (CUNHA *et al.*, 2011).

Figura 1: Localização dos municípios que fizeram parte do estágio.



Fonte: A Autora.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O modelo produtivo que se caracteriza pela expansão e intensificação de terras agrícolas, tem perdido espaço, visto que é o principal agente causador de perda de biodiversidade global, ameaçando o funcionamento de ecossistemas e levando à extinção de espécies vegetais e animais (POTAPOV *et al.*, 2022; ZABEL *et.al.*, 2019). Assim, a necessidade de redesenhar os sistemas agroalimentares é evidente, exigindo a união de esforços entre atores públicos e privados para tornar essa questão um tema multidisciplinar com soluções personalizadas para um problema global (PRETTY *et al.*, 2020; TITTONELL, 2014).

A modificação de sistemas lineares e altamente especializados para sistemas complexos de produção de alimentos traz consigo a discussão da intensificação insustentável, conceitos como co-design, re-design e co-inovação (BERTHET;

HICKEY; KLERKX, 2018; DOGLIOTTI *et al.*, 2014; MARTIN; MARTIN-CLOUAIRE; DURU, 2013).

A implementação de modelos que incentivam a diversidade e se adaptam à realidade de cada região ou propriedade rural contribui para tornar esses sistemas menos vulneráveis a fatores complexos, como o clima e as flutuações de mercado. Além disso, essa abordagem promove maior comunicação entre os diferentes componentes do agroecossistema, indo além do simples desenvolvimento de tecnologias e focando sua inclusão e implementação efetiva. Dessa forma, é possível avaliar a importância da inovação e, se necessário, redesenhar os processos, garantindo sua essencialidade (MARTIN; MARTIN-CLOUAIRE; DURU, 2013).

PROST *et al.* (2018) argumentam que a relação entre os pesquisadores e outros atores envolvidos no desenvolvimento dos agroecossistemas impacta o desempenho e os resultados do processo de modificações e transformações sistemáticas nesses sistemas complexos. Portanto, o redesenho dos sistemas não é apenas um desafio em nível técnico, mas também institucional e social, visto que as interações e relações são importantes para ocorrer uma adequada transferência do conhecimento, tornando os atores capacitados à adaptação e adoção das inovações tecnológicas.

Os desafios enfrentados na mudança para sistemas agroalimentares mais sustentáveis podem ser superados com o envolvimento de agricultores, pesquisadores e outros atores, como consumidores, empresas e organizações governamentais. Segundo DOGLIOTTI *et al.* (2014), a adoção de práticas agroecológicas deve ser incentivada por políticas públicas, por meio de financiamento e capacitação, assim como investimentos em pesquisas.

Nesse sentido, os pesquisadores da Aliança SIPA, com destaque ao Grupo de Pesquisa em Ecologia do Pastejo (GPEP), sediado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul se dedicam ao desenvolvimento de novas tecnologias para promover a adoção de sistemas sustentáveis que promovam alta produtividade, como o manejo “Rotatínuo”. É um conceito fundamentado no comportamento ingestivo dos animais em pastejo, onde a estrutura ótima (altura) oportuniza que o animal tenha maior ingestão de matéria seca de pasto por unidade de tempo, diminuindo o tempo necessário para o pastejo a fim de atender a sua demanda de consumo (CARVALHO, 2013).

Sob o conceito Rotatínuo, a pastagem resulta em maior valor nutritivo e maior taxa de ingestão em um tempo menor de pastejo (SAVIAN *et al.*, 2020). Essa estratégia é uma consequência da elevada biomassa residual com maior proporção de folhas e

interceptação luminosa, que resulta em altas taxas de acúmulo de pasto em menor intervalo de descanso entre as áreas (CARVALHO *et al.*, 2001). As áreas com adoção desse conceito apresentam melhorias e maximização da produção de forragem e produção animal (KUNRATH *et al.*, 2020).

No contexto de redesenhar os sistemas produtivos, as propriedades familiares possuem um importante papel, já que são responsáveis pela produção de metade dos alimentos no mundo (MACHADO, 2022). Segundo DOGLIOTTI (2014), é possível melhorar os níveis de sustentabilidade em propriedades rurais desde que sejam respeitadas as suas limitações de recursos naturais, financeiros e o contexto socioeconômico em que estão inseridas. Em síntese, as propriedades rurais podem, e devem, passar por modificações nos sistemas de produção através de um processo de caracterização, diagnóstico, redesenho, implementação e avaliação para a execução de um planejamento adequado por intermédio de um aprendizado das interpretações e análises resultantes de interações entre técnicos e produtores por meio de ações individuais ou coletivas.

4.1 Produção Integrada de Sistemas Agropecuários (PISA)

No âmbito de um redesenho da agricultura, em 2007 foi criado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento o Programa de Produção Integrada em Sistemas Agrícolas (PISA) com o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável no âmbito da microbacia hidrográfica. O programa é coordenado tecnicamente pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) e pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). A cadeia produtiva escolhida para o projeto no Rio Grande do Sul foi a cadeia leiteira, com foco nas pequenas propriedades familiares.

A partir de 2011, o PISA começou a ser implementado em propriedades que têm o leite como importante fonte de renda através do Programa Juntos para Competir (Farsul, Senar e Sebrae). A metodologia do PISA é baseada no conceito da intensificação sustentável, promovendo o sinergismo entre as funcionalidades dos processos naturais que os sistemas de produção de alimentos podem oferecer. O programa possui uma gama de tecnologias e processos em suas ferramentas de aplicação, abrangendo diferentes seções da propriedade rural, como manejo do solo, manejo de sistema integrado, manejo de pastagens, manejo ambiental e gestão da propriedade rural.

Desde o início de sua execução, o PISA já assistiu 1820 propriedades rurais leiteiras, em 19 projetos executados, abrangendo 139 municípios dos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Em 2019, a metodologia passou a integrar parte das ferramentas tecnológicas da Aliança SIPA, associação público privada sem fins lucrativos que promove a pesquisa e difusão dos Sistemas Integrados de Produção Agropecuários, sob pilares da intensificação sustentável. O PISA tem como objetivos impactar positivamente a rentabilidade e os custos de produção, qualificar os produtores para melhor gestão econômica das propriedades, modificar positivamente a condição social das famílias e a integridade ambiental das áreas de produção, e empoderar as famílias para que haja continuidade na condução dos novos modelos implementados de acordo com pilares da sustentabilidade.

A complexidade da agricultura está diretamente relacionada à diversidade dos sistemas produtivos, o que requer uma abordagem holística na gestão dos recursos naturais e na produção de alimentos. As ferramentas propostas têm como objetivo melhorar a qualidade do solo, promover a integridade do ambiente, aumentar a produtividade das culturas, reduzir a utilização de agrotóxicos, melhorar o uso da água, além de modificar positivamente a condição social das famílias e garantir a segurança alimentar da população.

Ao promover a intensificação sustentável, o PISA ajuda os produtores a se adaptarem às mudanças no mercado e na sociedade, garantindo a continuidade e a evolução dos sistemas produtivos de forma sustentável e eficiente.

4.2 Sustentabilidade em propriedades rurais: a avaliação SAFA

Os serviços ecossistêmicos são essenciais para manter o equilíbrio e a sustentabilidade do ecossistema, bem como para o bem-estar humano. Esses serviços são oferecidos pela biodiversidade e pela funcionalidade dos ecossistemas de pastagens, fornecendo produtos, recursos e meio ambiente para atender às demandas humanas (SALA E PARUELO, 1997). Por isso, é importante considerar esses serviços na avaliação da sustentabilidade de propriedades rurais.

Existem diversas ferramentas de avaliação de sustentabilidade baseadas em indicadores, com estruturas hierárquicas que permitem analisar as complexidades e particularidades dos sistemas agropecuários (OLDE *et al.*, 2016). Para alcançar um

desenvolvimento sustentável na agricultura, é preciso considerar estratégias ambientalistas que mudem o modelo dominante de produção agrícola.

Uma dessas ferramentas indicadoras de sustentabilidade é a Avaliação de Sustentabilidade de Sistemas Agrícolas Alimentares (SAFA/FAO). É uma ferramenta global de cunho holístico para avaliação da sustentabilidade ao longo da cadeia agrícola e aponta vulnerabilidades e pontos fortes de um sistema produtivo através dos índices gerados que resultam em um compilado para a sustentabilidade (FAO, 2014).

O PISA (Produção Integrada em Sistemas Agropecuários) é um projeto que em sua estrutura metodológica adota o SIPA e outras tecnologias de boas práticas na agricultura, como o plantio direto, a rotação de culturas e sua diversificação, e o pastoreio Rotatínuo (ELOY *et.al.*, 2020). O manejo adequado da pastagem é fundamental para potencializar a produtividade e equilibrar o ecossistema pastoril (CARVALHO, P. C. F.; MORAES, 2011). O pastoreio Rotatínuo, utilizado pelo PISA, utiliza a resposta comportamental do animal para determinar a altura ideal do pasto pré-pastejo e a intensidade de desfolha, aumentando a ingestão de forragem por unidade de tempo de pastejo (SCHONS *et. al.*, 2021).

O Rotatínuo é um conceito de manejo que surgiu há 10 anos com o objetivo de entender qual a demanda animal de consumo no pasto e integra vários conceitos, como massa de bocado, comportamento animal, fisiologia vegetal e tempo de pastejo (CARVALHO, 2005). O ruminante possui certas preferências dentro do piquete para consumir, e o consumo do pasto fica em torno de 50% (BAUMONT *et al.*, 2004) da altura de entrada, ou seja, o consumo é somente do extrato superior do pasto. Esse comportamento traz resultados benéficos quanto ao acúmulo de biomassa no solo após pastejo e a capacidade de rápida regeneração do pasto, demonstrando ser um sistema de alta frequência e baixa intensidade de desfolhação, com viés de conservação do solo.

Portanto, ao considerar os serviços ecossistêmicos na avaliação da sustentabilidade da agricultura é essencial para manter o equilíbrio do ecossistema e garantir o bem-estar humano. O SIPA, o Pastoreio Rotatínuo e outras tecnologias de boas práticas na agricultura são estratégias importantes para alcançar o desenvolvimento sustentável no setor agropecuário.

5. ATIVIDADES REALIZADAS

Como descrito anteriormente, a Aliança SIPA atua em parceria com universidades e empresas privadas. Durante o estágio, foi possível acompanhar partes do experimento realizado em parceria com a Yara, um experimento realizado em São Miguel das Missões e acompanhamento de palestras e visitas técnicas com agricultores que implementaram conceitos de produção e tecnologias estudadas e promovidas pela Aliança SIPA.

5.1 Experimento I - Eficiência de Uso do Nitrogênio e da Água em Diferentes Espécies Forrageiras em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária

O estudo de eficiência de uso do nitrogênio e da água em diferentes espécies forrageiras em sistemas integrados de produção agropecuária está sendo realizado na Estação Experimental Agronômica (EEA) da UFRGS, em Eldorado do Sul/RS. Foi iniciado em maio de 2022, com estimativas para o término das avaliações em maio de 2025. São avaliadas as espécies hibernais, o azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e a aveia (*Avena sativa*). No período estival, foram avaliadas Braquiária (*B. ruziziensis* cv GP 3025) e Sorgo (*Sorghum bicolor* cv BM500). Totalizando quatro espécies forrageiras na avaliação final. Além das espécies, foram avaliadas três doses de N (nitrogênio): 0, 75 e 150 kg de N ha⁻¹, com dois níveis de água: irrigado e não irrigado.

O delineamento experimental é inteiramente casualizado com parcelas subdivididas e fatorial cruzado com três repetições. As parcelas principais (irrigado e não irrigado) foram sorteadas aleatoriamente. Dentro de cada parcela, foram sorteadas as subparcelas das combinações possíveis entre espécie e dose de N.

A preparação da área experimental ocorreu em janeiro de 2022, com aplicações de 6 t de calcário ha⁻¹ e 160 kg de fósforo há⁻¹, incorporados na camada de 0 a 20 cm, através do uso da técnica de lavrar o solo. No mês seguinte (fevereiro de 2022) foram coletadas amostras de solo, nas camadas de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm, para determinação inicial dos nutrientes do solo, e no mesmo dia foram coletadas para determinação dos teores de nitrogênio amoniacal (NH₄⁺) e nítrico (NO₃⁻ e NO₂⁻) nas camadas de 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 do solo.

Para a determinação da Capacidade de Campo (CC) do solo, foram coletadas amostras indeformadas com o uso de anéis volumétricos. A coleta ocorreu em três trincheiras por tratamento (irrigado e não irrigado), sendo uma trincheira por bloco para

determinar a CC da área experimental através do método da mesa de tensão (TEIXEIRA *et al.*, 2017). Para a irrigação, foi utilizada a metodologia de cálculos de Klein (2014), com margem de 70% da CC da área.

Na área experimental foi realizada a semeadura de azevém e aveia a lanço, com densidade de 25kg ha⁻¹ e 80 kg ha⁻¹, respectivamente.

Para o experimento, é importantíssimo o monitoramento contínuo da altura do pasto, e foi realizado o monitoramento da altura uma vez por semana segundo a metodologia proposta por Barthram (1985).

A altura do dossel nas parcelas foi mantida de forma homogênea a 20 cm para o azevém e 30 cm para a aveia. Com o objetivo de simular a entrada e saída dos animais nas parcelas, foram realizados cortes de biomassa quando essa atinge a altura ideal para a entrada dos animais até a altura indicada de saída, após o pastejo.

Os cortes de biomassa foram feitos até o período de florescimento das espécies, indicando o fim do ciclo forrageiro de aveia e do azevém. Foram realizados três cortes por parcela, com o uso de quadro com 0,25m², e os cortes rente ao solo para o cálculo de matéria seca e análise de nitrogênio. Após o corte de biomassa, o restante da parcela foi homogeneizado até o final do ciclo da cultura.

As amostras de solo são encaminhadas para laboratório para serem avaliadas pelo método de destilação de arraste de N que foi descrito por Tedesco *et al.* (1995).

5.2 Experimento II - INTEGRAÇÃO SOJA-BOVINOS DE CORTE

O experimento de integração lavoura-pecuária faz parte de um protocolo de longa duração do Sistema Integrado de Produção Agropecuária (SIPA), iniciado em maio de 2001 desenvolvido na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul (RS), no município de São Miguel das Missões, em uma área pertencente à Fazenda Espinilho, de propriedade da família Garcia de Garcia.

O protocolo consiste no cultivo de lavoura de soja (*Glycine max* L.) no verão e, no inverno, manejo de bovinos em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) em quatro intensidades de pastejo: 10, 20, 30 e 40 centímetros de altura de manejo do pasto, além do tratamento sem pastejo (SP). O solo é um Latossolo Argiloso, profundo, bem drenado e de textura muito argilosa. O clima é do tipo Cfa, subtropical úmido de acordo com Köppen.

O modelo experimental utilizado para o estudo dos estoques de C (carbono) e N (nitrogênio) do solo é o delineamento de blocos ao acaso com parcelas subdivididas. Os

tratamentos principais são as diferentes intensidades de pastejo apresentadas anteriormente. Já as subparcelas são compostas de oito profundidades de amostragem de solo (0 - 5, 5 - 10, 10 - 20, 20 - 30, 30 - 40, 40 - 60, 60 - 80, 80 - 100 cm). Sendo utilizadas três repetições para as intensidades de pastejo e duas repetições para as áreas sem pastejo, visando mapear o resultado de 22 anos de experimentação.

O solo coletado teve uma parte seca ao ar, a parte moída e posteriormente peneirada (2mm), e a outra parte moída em gral de ágata a granulometria de 250µm e posteriormente analisada para o teor de carbono orgânico total (COT) por combustão, proposta por CAMBARDELLA; ELLIOTT (1992).

5.3 Visitas e palestras técnicas

Uma das palestras que acompanhada durante o estágio, foi do Eng^o agrônomo Leandro Ebert, consultor técnico da Emater e especialista em Nutrição de Ruminantes, mostrando relatos de seus assistidos em Serafina Corrêa (RS), trazendo relatos da mudança do dia a dia de produtores na adoção de técnicas de pastejo, com alturas controladas de entrada e saída da pastagem para gado leiteiro.

O gado possui o comportamento de consumo do pasto nos horários mais frescos do dia, e a disponibilidade de uma altura adequada do pasto é importante para realizar o bocado(ato em que o ruminante enche a boca de pasto) (Verbal)¹.

Para tanto, o gado de leite possui a peculiaridade de que nos horários mais frescos do dia esteja trancado na sala de ordenha ou na sala de espera para ordenha.

Dentro dessa premissa, o técnico relata que aos poucos conseguiu ganhar a confiança da família atendida e modificou primeiro a condução do pasto pelo conceito Rotatínuo, conseguindo diminuir o consumo de silagem, já que o gado conseguia se nutrir no pasto. Diminuiu o número de piquetes realizados, já que a premissa do conceito adotado é uma baixa intensidade de pastejo e alta frequência, e melhorou o mix das forragens nos piquetes, através do consórcio que afetou positivamente a produtividade de leite por vaca (Verbal)¹.

Após todo esse processo de confiança adquirido ele sugeriu alterar o horário da ordenha dos animais, com a justificativa de: “quem é que foi que disse que a ordenha tem que ser feita logo ao raiar do dia?”. Com isso a família aceitou fazer pequenas alterações no horário de ordenha, e o resultado disso foi: qualidade de vida e tempo com

os familiares, que tornou a vida dessa família muito mais cômoda e organizada dentro da rotina, com a simples mudança de duas horas mais tarde na ordenha (Verbal)¹.

Na região de Frederico Westphalen, Caiçara e Vicente Dutra. Foram um total de quinze propriedades rurais.

Em sua maioria os produtores possuem vacas leiteiras, com algumas variações com gado de corte, produção de grãos (milho e soja), a maioria com milho para silagem, um produtor com produção de fumo e citricultura.

Foram visitadas duas propriedades inseridas no programa PISA, onde foram realizadas medidas de altura do pasto, com alguns questionamentos referentes à entrada dos animais, tempo de retorno ao piquete e adubação realizada e o período em que foi realizada. Essas alturas medidas são referentes a avaliação da oferta de forragem para os animais e a qualidade do pasto no sentido de observar solo descoberto e invasoras, que nesta propriedade de Vicente Dutra estava muito evidente, provavelmente influenciando na qualidade do pasto.

Apesar da presença de invasoras na propriedade, o plantel de vacas estava apresentando um aumento de dois litros a mais na produção do leite, em dez dias de pastejo, mesmo com vaca com a expressão usada pelo produtor: “velha de leite”.

Na propriedade em questão, também foram coletadas mudas de plantas daninhas *Paspalum* sp., acreditadas pelo produtor como resistentes ao glifosato. Como alternativas para sua erradicação, o produtor utilizou orange e select. As mudas foram encaminhadas para o departamento de plantas de lavoura para análise de possível resistência.

As demais propriedades nos municípios de Caiçara e Frederico Westphalen estão integradas ao Projeto INOVA RS. As visitas foram conduzidas com o objetivo de realizar a caracterização das propriedades rurais e mapear os desafios enfrentados. Para alcançar esse objetivo, utilizamos a metodologia de avaliação conhecida como SAFA, uma ferramenta desenvolvida pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO). O SAFA consiste em um questionário que tem como propósito diagnosticar a sustentabilidade das propriedades rurais, abordando os aspectos de governança, economia, meio ambiente e social. Este questionário está sendo realizado pela Aliança SIPA em parceria com o SEBRAE a fim de identificar qual a caracterização da região norte e nordeste do estado do Rio Grande do Sul (RS). Nesta

¹ Informação fornecida por Leandro Eber em palestra informal em Porto Alegre, Abril, 2023.

região são vinte e uma propriedades atendidas; infelizmente nem todas foram visitadas durante o período de estágio. A seguir são abordadas algumas questões pertinentes para compor a discussão.

Algumas das propriedades em que se aplicou o questionamento estão inseridas no programa PISA. As propriedades onde o questionário é aplicado não são escolhidas pelas instituições envolvidas, elas se oferecem a participar do questionário. Os produtores rurais que se disponibilizaram em um evento que havia sido realizado em parceria com o sindicato rural, onde é explicado qual a finalidade do mesmo e como vai funcionar a avaliação.

De forma geral, as propriedades as quais acompanhei foram receptivas quanto a responder o questionário com sinceridade e com alegria em nos receber.

A impressão geral das propriedades é de uma carência quanto a disponibilidade de saúde pública, que é uma das perguntas presente no questionário. Críticas quanto à cooperativa da região que é um dos órgãos que disponibiliza profissionais das ciências agrárias para auxiliar na produção, principalmente de leite. Constantes queixas quanto à dificuldade de negociação de preço na venda dos produtos ofertados ao mercado, e uma preocupação quanto às oscilações do preço de insumos.

Este último ano agrícola enfrentou grandes perdas em função do La Niña que causou grande estiagem. Reduzindo a qualidade do alimento ofertado para o gado de leite e perdas para produtores de grãos, muitos relataram que felizmente via Pronaf não ficaram operando no negativo, em função do seguro das lavouras. Justificando a importância da interferência de programas de incentivo à agricultura.

A maioria das propriedades da região possuem meios de armazenamento de água, como açudes, poços e outros, poucos produtores rurais possuem nascentes em sua propriedade. Outra observação é que há crescente instalação de placas solares para geração de energia elétrica, e para a ordenha todos possuíam geradores, para que no momento da ordenha não ocorra a queda de luz elétrica, que pode ser prejudicial a qualidade do leite.

Quanto à qualidade de vida, os produtores relataram estar satisfeitos, pois se sentem fazendo aquilo que gostam, apesar de em sua maioria possuírem problemas de saúde quanto à coluna, proveniente da alta demanda de trabalho braçal.

6. DISCUSSÃO

Os Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA) são sistemas que visam combinar diferentes atividades agrícolas, como cultivo de grãos, criação de animais e manejo de pastagens, de forma integrada e sinérgica. Essa integração promove uma série de benefícios, como o aumento da eficiência no uso de recursos, a diversificação de fontes de renda, o controle de pragas e doenças, além da melhoria na saúde e qualidade do solo. No entanto, é importante considerar cuidadosamente a intensidade do pastejo, pois um pastejo excessivo, ou seja, com baixa disponibilidade de pasto, pode levar ao esgotamento de nutrientes nas parcelas, como o nitrogênio. Já que esse elemento está intimamente ligado a quantidade de matéria orgânica (MO) presente no solo, e é justamente a quantidade de palhada que fica após pastejo (ciclo inverno), que ocorre aumento da biomassa no solo.

A conservação da biomassa do solo é crucial para garantir a saúde e a produtividade dos sistemas agrícolas. A biomassa do solo é composta por uma variedade de organismos vivos, como bactérias, fungos, protozoários, minhocas e outros insetos, que desempenham papéis fundamentais na ciclagem de nutrientes, na decomposição da matéria orgânica e na formação da estrutura do solo. Portanto, preservar a biomassa do solo é essencial para manter a fertilidade do solo a longo prazo.

Para que ocorra a conservação da biomassa no solo, é necessário que o pastejo seja moderado, para que assim se obtenha os benefícios da proteção proveniente da cobertura vegetal, evitando que a pressão de pisoteio do gado tenha uma consequência negativa. Outros aspectos positivos aliados ao pastejo moderado é permitir que o gado escolha as partes mais adequadas do piquete para sua alimentação, excluindo áreas com fezes e consumindo o topo do pasto, que é a porção de melhor qualidade. Essa forma de pastoreio traz benefícios como diminuição de metano entérico do gado e traz uma manutenção da relação Carbono:Nitrogênio (C:N) no solo, contribuindo para a construção da fertilidade, através de processos de mineralização da MO pela biota do solo.

Outro aspecto importante dos SIPAs, é que o pastejo desempenha papel importante, tanto como mecanismo de controle de plantas indesejáveis quanto como forma de utilização de áreas de pastagem. O pastejo frequente e controlado pode reduzir a competição de plantas indesejáveis, como ervas daninhas, além de estimular o crescimento de espécies forrageiras desejáveis. Isso contribui para o manejo integrado

de plantas indesejáveis, reduzindo a necessidade de uso de herbicidas e favorecendo a diversificação das pastagens.

Essa diversificação de culturas é fundamental na lavoura de soja, especialmente em regiões propensas a estiagens, como o Rio Grande do Sul. Além disso, os custos crescentes e a flutuação dos preços de venda tornam a atividade agrícola de alto risco. Nesse sentido, a inclusão de animais pode ser opção para aumentar a renda do produtor, principalmente quando há espécies forrageiras para cobertura do solo durante o inverno (Kunrath *et al.*, 2015).

E o aspecto de disponibilidade hídrica está intimamente relacionado com a disponibilidade de nutrientes na solução do solo, para o desenvolvimento das lavouras. Segundo o IPCC (2018) há ocorrências de modificações climáticas e dos ciclos de chuvas, que a agricultura vai ter que se adaptar a essas novas condições, portanto produzir com uso eficiente de nutrientes é importantíssimo.

O nitrogênio (N) desempenha um papel crucial no desenvolvimento fisiológico das plantas, uma vez que está presente em todos os processos metabólicos vegetais e desempenha um papel fundamental na promoção do vigor das plantas. Para que haja um bom desenvolvimento, é necessário fornecer a quantidade adequada de N no solo, para incremento da produção vegetal. O N também desempenha um papel significativo na manutenção do potencial produtivo das pastagens e na produção animal, influenciando diretamente a qualidade das pastagens. Vale ressaltar que a qualidade de uma pastagem não é assegurada apenas por meio de uma adubação de qualidade e calagem. Além desses fatores, a pastagem requer um período adequado para executar seus processos fisiológicos, como o alongamento das folhas, que pode ser prejudicado pelo pastejo intensivo. A eficácia do nitrogênio pode afetar a capacidade de alongação das folhas, impactando o intervalo de retorno à pastagem e a contribuição para a manutenção das reservas de nitrogênio no solo. Até o momento, não há estudos que demonstrem a eficácia específica do nitrogênio no conceito rotatínuo.

Essas considerações sobre eficiência de uso de nutrientes, construção de fertilidade do solo e outros aspectos são preocupações ambientais que por vezes não norteiam produtores, por isso a importância da transferência do conhecimento acadêmico para os agricultores. Os técnicos de extensão rural desempenham o papel fundamental de difundir esses conceitos e conhecimentos, atuando de forma conjunta aos agricultores, promovendo a adoção de novas tecnologias e estabelecendo relações de confiança e parceria.

Além do papel dos técnicos de extensão, os atores públicos também desempenham um papel relevante por meio de programas de incentivo à agricultura de baixo carbono, por exemplo. Investimentos e subsídios podem auxiliar os agricultores na adoção de novas tecnologias geradas pela academia, tornando-as mais acessíveis e viáveis economicamente. Portanto, é fundamental promover a comunicação entre academia, técnicos de extensão, agricultores e atores públicos, a fim de levar as informações geradas pela pesquisa científica para a prática agrícola. Essa colaboração e troca de conhecimentos são essenciais para impulsionar a adoção de práticas sustentáveis e o desenvolvimento da agricultura de forma mais eficiente e resiliente.

Ressaltando a importância do relato do produtor, ao se surpreender com o aumento da produção de leite, resultado de seu aprendizado junto a extensão rural, que contribuiu para melhoria da pastagem na qual os animais estavam inseridos. Estudos anteriores também encontraram resultados semelhantes ao utilizar o conceito de manejo conhecido como Rotatínuo. Esse sistema, caracterizado por uma rápida regeneração dos tecidos foliares e um rápido acúmulo de biomassa, permite um manejo eficiente, onde os animais têm acesso a uma quantidade máxima de forragem no menor tempo possível (CARVALHO *et.al.*, 2007).

No contexto do método do Pastoreio Rotatínuo, a colheita e manipulação do pasto são avaliadas em escala de tempo reduzida, sendo fortemente influenciadas pela massa de bocado e estrutura do pasto (CARVALHO *et. al.*, 1999). Esses fatores têm impacto direto na taxa de ingestão dos animais. Além disso, o sistema de baixa intensidade, alta frequência e eficiência de conversão alimentar, encontrado nesse tipo de manejo, também tem se mostrado promissor em relação à baixa emissão de metano, mantendo-se dentro de um alto padrão de eficiência de ingestão (SAVIAN, 2021).

Essas descobertas indicam que a qualidade do pasto, juntamente com a implementação de sistemas de pastoreio rotacionado como o rotatínuo, pode desempenhar um papel significativo no aumento da produtividade. Ao otimizar a disponibilidade e a qualidade da forragem, além de melhorar a eficiência de ingestão dos animais, é possível obter melhores resultados produtivos e reduzir o impacto ambiental do sistema de produção.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, o modelo de produção especializado trouxe aumento na produtividade, mas não solucionou os problemas de acesso a alimentos e desnutrição crônica. Além disso, a expansão e intensificação das terras agrícolas levaram à perda de biodiversidade global. Diante desses desafios, é evidente a necessidade de redesenhar os sistemas agroalimentares, envolvendo atores públicos e privados em uma abordagem multidisciplinar para encontrar soluções personalizadas.

A relação entre pesquisadores e outros atores envolvidos no desenvolvimento dos agroecossistemas é crucial para o sucesso das transformações. O redesenho dos sistemas não é apenas um desafio técnico, mas também institucional e social, exigindo uma adequada transferência de conhecimento e capacitação dos atores envolvidos.

As propriedades familiares desempenham um papel importante na mudança para sistemas agroalimentares mais sustentáveis. É possível melhorar a sustentabilidade nessas propriedades respeitando suas limitações e contexto socioeconômico, por meio de processos de caracterização, diagnóstico, redesenho, implementação e avaliação.

Programas como o de Produção Integrada em Sistemas Agrícolas (PISA) são exemplos de iniciativas que promovem a intensificação sustentável e abordam a complexidade da agricultura. Essas abordagens envolvem o uso de tecnologias e boas práticas para melhorar a gestão da propriedade, aumentar a produtividade, reduzir o uso de insumos agrícolas e garantir a segurança alimentar.

A avaliação da sustentabilidade de propriedades rurais deve considerar os serviços ecossistêmicos fornecidos pela biodiversidade e funcionalidade dos ecossistemas. Para alcançar um desenvolvimento sustentável na agricultura, é necessário adotar estratégias ambientalistas e mudar o modelo dominante de produção agrícola.

No estágio, foram acompanhadas atividades relacionadas ao desenvolvimento e implementação de tecnologias para promover a adoção de sistemas agropecuários sustentáveis, como o manejo rotatínuo utilizado pelo Grupo de Pesquisa em Ecologia do Pastejo (GPEP) e o experimento realizado para a Yara em parceria com a aliança SIPA. Essas experiências reforçaram a importância da abordagem holística na gestão dos recursos naturais e na produção de alimentos.

Para enfrentar os desafios da agricultura sustentável é de suma importância a união de esforços entre diversos atores, incluindo agricultores, pesquisadores, consumidores, empresas e organizações governamentais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARTHURAM, G.T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. *In*: ALCOCK, M.M. (Ed.) **Biennial Report of the Hill Farming Research Organization**. Midlothian: Hill Farming Research Organization, 1985. p. 29-30.

BAUMONT, R. *et. al.* A mechanistic model of intake and grazing behaviour in sheep integrating sward architecture and animal decisions. **Animal Feed Science and Technology**, v.112, p.5-28, Macmillan, 2004.

BERTHET, E. T.; HICKEY, G. M.; KLERKX, L. **Opening design and innovation processes in agriculture: Insights from design and management sciences and future directions**. [s. l.]: Elsevier, 2018.

CAMBARDELLA, C. A.; ELLIOTT, E. T. Particulate Soil Organic-Matter Changes across a Grassland Cultivation Sequence. **Soil Science Society of America Journal**, v. 56, n. 3, p. 777–783, 1992.

CARVALHO, P. C. de F. *et. al.* Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: Fealq, 2001. p. 871.

CARVALHO, P. C. de F. Harry Stobbs Memorial Lecture: Can grazing behavior support innovations in grassland management?. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, Brisbane, v. 1, n. 2, p. 137–155, 2013.

CARVALHO, P. C. F. *et. al.* Definições e terminologias para sistema integrado de produção agropecuária. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 45, n. 5, p. 1040–1046, 2014.

CARVALHO, P. C. F. O manejo da pastagem como gerador de ambientes pastoris adequados à produção animal. *In: Pedreira, C.G.S. et al. (ed.). Teoria e Prática da Produção Animal em Pastagens. XXII Simpósio sobre Manejo da Pastagem*, Fealq, Piracicaba. Anais, p.7-32. 2005.

CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A. Integration of Grasslands within Crop Systems in South America. *In: Eds. LEMAIRE, G.; HODGSON, J. CHABBI, A. Grasslands Productivity and Ecosystems Services*. Oxford shire - UK: CABI, 2011. p. 219-226.

CARVALHO, P. C. F. *et al.* O Processo de pastejo: desafios da procura e apreensão da forragem pelo herbívoro. *In: Penz Junior, A.M., Afonso, L.O.B.; Wassermann, G.J. (Org.). Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. Anais. Porto Alegre, 1999, v. 36, 253-268.

CARVALHO, P.C.F. *et al.* Oferta de forragem como condicionadora da estrutura do pasto e do desempenho animal. *In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL*, 2. 2007. Porto Alegre. *Anais*. Metrópole, 2007.

CUNHA, N. G. *et al.* Estudos de Solos do Município de Frederico Westphalen, RS. *In: Embrapa. Circular técnica*. Pelotas, 2011, n. 116.

DILLON, P. *et al.* Optimising financial return from grazing in temperate pastures. *In: SATELLITE WORKSHOP OF THE XXTH INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS*, 20., 2005, Cork, Ireland. **Utilisation of grazed grass in temperate animal systems: proceedings of a [...]**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2005. p. 131-147.

DOGLIOTTI, S. *et al.* Co-innovation of family farm systems: A systems approach to sustainable agriculture. *Agricultural Systems*, Essex, v. 126, p. 76–86, 2014.

ELDORADO DO SUL. Dados do Município. Disponível em: <https://www.eldorado.rs.gov.br/portal/servicos/1004/dados-do-municipio/#:~:text=Situado%20a%2012%20km%20de,voca%C3%A7%C3%A3o%20natural%20para%20o%20turismo>. Acesso em: 29 Jun. 2023.

ELOY, Lidiane Raquel *et. al.* **Sustentabilidade de propriedades rurais participantes do Projeto de Produção Integrada em Sistemas Agropecuários**: utilização da ferramenta SAFA/FAO. New York: Nações Unidas; Santiago: CEPAL, 2020.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Assessment of food agriculture systems**: guidelines version 3.0. Rome: FAO, 2014.

FOLEY, J. A. *et. al.* Solutions for a cultivated planet. **Nature**, London, v. 478, n. 7369, p. 337–342, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010**: Rio Grande do Sul. [2010]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/panorama>. Acesso em : 21 jun. 2023.

IPCC. Aquecimento Global de 1,5°C. **Painel intergovernamental sobre mudanças climáticas**, Incheon, 6 de outubro de 2018. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portuguese-version.pdf> Acesso em: 16 ago. 2023.

KUNRATH, T. R. *et. al.* Atualidades e perspectivas para a integração lavoura-pecuária e o sistema soja-bovinos de corte no sul do Brasil. *In*: INTEGRAÇÃO soja-bovinos de corte no sul do Brasil. Porto Alegre, UFRGS, 2015. (Boletim técnico), Cap. 4, p. 33-42.

KUNRATH, T. R. *et. al.* Sward height determines pasture production and animal performance in a long-term soybean-beef cattle integrated system. **Agricultural Systems**, Essex, v. 177, p. 102716, 2020.

MACHADO, D. R. **Produção integrada em sistemas agropecuários (PISA)**: Impacto em propriedades familiares de bovinocultura de leite no sul do Brasil. 2022. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022.

MARTIN, G.; MARTIN-CLOUAIRE, R.; DURU, M. Farming system design to feed the changing world. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, Les Ulis, v. 33, n. 1, p. 131–149, 2013.

MARTINS, A. P. *et. al.* **Integração Soja-Bovinos de Corte no Sul do Brasil**. Porto Alegre, 2015.

NETO, C. R.; SILVA, F. A.; ARAÚJO, L. V. Qual é a participação da agricultura familiar na produção de alimentos no Brasil e em Rondônia **Notícias**. Setembro de 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/55609579/artigo---qual-e-a-participacao-da-agricultura-familiar-na-producao-de-alimentos-no-brasil-e-em-rondonia>. Acesso em: 31 mai. 2023.

OLDE, Evelien M. *et. al.* Assessing sustainability at farm-level: lessons learned from a comparison of tools in practice. **Ecological Indicators**, New York, v. 66, p. 391–404, 2016.

POTAPOV, P. *et. al.* Global maps of cropland extent and change show accelerated cropland expansion in the twenty-first century. **Nature Food**, London, v. 3, n. 1, p. 19–28, 2022.

PRETTY, J. *et. al.* Assessment of the growth in social groups for sustainable agriculture and land management. **Global Sustainability**, [s. l.], v. 3, 2020.

Prost, L. *et. al.* Designing agricultural systems from invention to implementation: the contribution of agronomy. Lessons from a case study. contribution of agronomy. Lessons from a case study. **Agricultural systems**, Essex, v. 164, p. 122–132, 2018.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão. **Atlas socioeconômico do Rio Grande do Sul**. 4. ed. Porto Alegre: Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão, 2019. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/caracteristicas-gerais#:~:text=O%20Rio%20Grande%20do%20Sul%20est%C3%A1%20localizado%20no%20extremo%20sul,estado%20mais%20populoso%20do%20Brasil>. Acesso em : 21 jun. 2023

SALA, O. E.; PARUELO, J. M. Ecosystem services in grasslands. *In*: DAYLI, G. C. (ed.). **Nature's services: societal dependence on the natural ecosystem**. Washington, DC: Island Press, 1997. p. 237–251.

SAVIAN, J. V. *et. al.* ‘Rotatinuous’ stocking as a climate-smart grazing management strategy for sheep production. **Science of the Total Environment**, v. 753, p. 141790, 2021.

SAVIAN, J. V. *et. al.* ‘Rotatinuous’ stocking is a win-win grazing management strategy that allows high lamb meat production with environmental sustainability: An example of climate-smart livestock production. **Science of The Total Environment**, [s. l.], p. 141790, 2020.

SCHONS, R. M. T. *et. al.* ‘Rotatinuous’ stocking: an innovation in grazing management to foster both herbage and animal production. *Livestock Science*, Amsterdam, v. 245, [art.] 104406, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104406>. Acesso em: 24 abr. 2023.

SOUZA, E. D. *et. al.* Biomassa microbiana do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n.1, [art.] 000100008, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832010000100008> Acesso em: 07 jun. 2023.

SOUZA, E. D. *et. al.* Matéria orgânica do solo em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária. *In: SOUZA, E. D. et. al.* (ed.) **Sistemas Integrados de Produção Agropecuário no Brasil**. Tubarão: Copiart, 2018. p.107-122. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/325999317> Acesso em: 07 jun. 2023.

TEDESCO, M. J. *et. al.* Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre, 1995. Disponível em: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=AGB.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=107906> Acesso em: 11 ago. 2023.

TEIXEIRA, W. G.; BHERING, S. B. Retenção de água no solo pelos métodos da mesa de tensão e da câmara de Richards. *In: TEIXEIRA, et. al.* (ed.) **Manual de Métodos de Análise de Solo**, v. 3 cap. 4. Brasília, 2017.

TITTONELL, P. Food security and ecosystem services in a changing world: It is time for agroecology. *In: Agroecology for Food Security and Nutrition*, 2014. Anais. Italy.

UNICEF. **Relatório da ONU:** Números globais de fome subiram para cerca de 828 milhões em 2021. Roma/Nova Iorque, Julho de 2022. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/relatorio-da-onu-numeros-globais-de-fome-subiram-para-cerca-de-828-milhoes-em-2021>. Acesso em: 31 mai. 2023.

ZABEL, F. *et. al.* Global impacts of future cropland expansion and intensification on agricultural markets and biodiversity. **Nature communications**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 1–10, 2019.