

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**PRODUÇÃO INTEGRADA EM SISTEMAS AGROPECUÁRIOS (PISA):
IMPACTO EM PROPRIEDADES FAMILIARES DE BOVINOCULTURA DE
LEITE NO SUL DO BRASIL**

Débora Rubin Machado

**Porto Alegre
Março de 2022**

Débora Rubin Machado

**PRODUÇÃO INTEGRADA EM SISTEMAS AGROPECUÁRIOS (PISA): IMPACTO EM
PROPRIEDADES FAMILIARES DE BOVINOCULTURA DE LEITE NO SUL DO
BRASIL**

Dissertação apresentada como requisito para
obtenção do Grau de Mestre em Zootecnia, na
Faculdade de Agronomia, da Universidade
Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Paulo César de Faccio Carvalho

Coorientador: William de Souza Filho

**Porto Alegre
2022**

CIP - Catalogação na Publicação

Machado, Débora Rubin
PRODUÇÃO INTEGRADA EM SISTEMAS AGROPECUÁRIOS
(PISA): IMPACTO EM PROPRIEDADES FAMILIARES DE
BOVINOCULTURA DE LEITE NO SUL DO BRASIL / Débora Rubin
Machado. -- 2022.
50 f.
Orientador: Paulo César de Faccio Carvalho.

Coorientador: William de Souza Filho.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2022.

1. Produção Integrada em Sistemas Agropecuários. 2.
Intensificação Sustentável. 3. Manejo de pasto. 4.
Bovinocultura de leite. I. Carvalho, Paulo César de
Faccio, orient. II. de Souza Filho, William,
coorient. III. Título.

Débora Rubin Machado
Zootecnista

DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

MESTRE EM ZOOTECNIA

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovada em: 06.04.22
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 26/04/2022
Por



PAULO CESAR DE FACCIO CARVALHO
PPG Zootecnia/UFRGS
Orientador



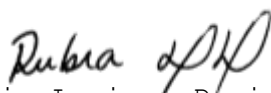
SERGIO LUIZ VIEIRA
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia



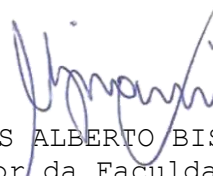
Anibal de Moraes
UFPR



Leandro Bittencourt de Oliveira
UFPR



Rubia Luciane Dominschek Lima de Lai
UFRGS



CARLOS ALBERTO BISSANI
Diretor da Faculdade de Agronomia

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro momento minha família, incentivadores da minha vida, me apoiando em todas as decisões . Principalmente ao meus filhos, João e Mariah, por serem fontes de amor, inspiração e determinação.

Ao meu namorado Eduardo, pelo companherismo e compreensão. Além de estar presente em todos os momentos, me mantendo positiva nos piores momentos que passamos. Obrigada por todo amor, carinho e apoio nessa fase da minha vida.

Aos meus amigos William, Taise e Jusiane. Por todos momentos que estiveram e estão presentes, me auxiliando não apenas na jornada acadêmica, mas na vida. William, és um presente da vida. Taíse, obrigada pelo acolhimento e pelo amor que tu dedica a todos no teu entorno; és merecedora de muitas alegrias. Jusi, obrigada pela dedicação ímpar e por ser presente em todos momentos até aqui. Amo vocês.

Ao meu orientador Paulo, obrigada por transmitir de forma simples e humana diversos conceitos e contextos científicos. Por todos os anos de confiança, parceria e orientação, mostrando que é nosso dever produzir algo relevante à sociedade. Enfim, obrigada por ensinar que “uma vaca que tem folha verde disponível para comer o ano inteiro, possivelmente significará a melhoria na vida de um produtor”. Parece simples, mas não é.

A Aliança SIPA e seus participantes. Por toda interação proporcionada, integrando não apenas no campo, mas na vida real, através do contato com diversas pessoas que acreditam em um mesmo ideal.

Aos colegas do GPEP por serem uma rede de apoio incrível.

Aos toda equipe do programa Juntos para Competir, principalmente gestores e técnicos de campo, sendo decisivos para a compreensão de diversas conexões e nuances que surgiram no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela excelência em todas as atividades e por propiciar uma oportunidade ímpar. Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo.

A todos muito obrigada.

*“Conheça todas as teorias,
domine todas as técnicas,
mas ao tocar uma alma humana,
seja apenas outra alma humana.”*
Carl Jung

PRODUÇÃO INTEGRADA EM SISTEMAS AGROPECUÁRIOS (PISA): IMPACTO EM PROPRIEDADES FAMILIARES DE BOVINOCULTURA DE LEITE NO SUL DO BRASIL

Autora: Débora Rubin Machado

Orientador: Paulo César de Faccio Carvalho

RESUMO

Modelos de produção altamente especializados e dependentes de insumos externos são apontados como agentes de impactos negativos ao meio ambiente. Os sistemas de produção leiteiros pastoris apresentam grande potencial de fornecer alimentos sustentáveis e gerando serviços ecossistêmicos (e. g. melhor eficiência no uso de nutrientes). No sul do Brasil, o programa Juntos para Competir, já atendeu 1820 propriedades rurais leiteiras através do projeto PISA que conta com diversas estratégias e práticas conservacionistas com abordagem holística, promovendo o desenvolvimento das propriedades sob o viés da intensificação sustentável. O estudo pretendeu verificar se a adoção de tais ferramentas e práticas modifica de forma positiva os indicadores produtivos das propriedades já atendidas. Foram selecionadas propriedades com registros anuais completos (n=114) de já finalizados. Foram realizadas análises de comparação de médias foram realizadas para comparar os diferentes anos e análise de agrupamento para identificar grupos similares dentro da amostra populacional. Os resultados demonstram que a adoção da metodologia proposta pelo PISA incrementa em 23% a produção individual por vaca em lactação (litros/vaca/dia) ($P < 0,001$), e em 30% a eficiência produtiva do sistema leiteiro (litros/ha) ($P = 0,0009$). Foram identificados três grupos distintos a partir da produção individual das vacas em lactação no ano inicial de projeto (T0). Apesar de estatisticamente iguais para eficiência da produtividade do sistema leiteiro ($P = 0,1015$), porém o grupo I ao final do projeto (T3) foi 56% superior a sua produtividade no ano inicial (T0). O aumento na produção individual dos animais combinado à queda na quantidade de silagem fornecida aos animais é uma das consequências do manejo do pasto mais eficiente, realizado a partir do conceito do rotatínuo. As experiências positivas dos produtores na adoção de práticas inovadoras estabelece uma visão de longo prazo para construção de sistemas mais sustentáveis. Contudo, para que iniciativas como o PISA atinjam mais produtores, é necessário um fortalecimento entre os atores envolvidos nas parcerias público-privada.

Palavras chave: sistemas integrados de produção agropecuária; adoção; intensificação sustentável; bovinocultura de leite; manejo do pasto

¹Dissertação de Mestrado em Zootecnia - Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (p.51) Março, 2022.

IMPACT OF THE PISA METHODOLOGY ON THE MILK PRODUCTION OF SMALLHOLDERS IN THE SOUTHERN OF BRAZIL

Author: Débora Rubin Machado

Advisor: Paulo César de Faccio Carvalho

ABSTRACT

Highly specialized production models that depend on external inputs are pointed out as agents of negative impact on the environment. Pastoral dairy production systems have great potential to provide sustainable food and generate ecosystem services (e.g. better nutrient use efficiency). In southern Brazil, the “Juntos para Competir” program has already served 1,820 dairy farms through the PISA project, which has several conservationist strategies and practices with a holistic approach, promoting the development of properties under the bias of sustainable intensification. The study aimed to verify if the adoption of such tools and practices positively modifies the productive indicators of the properties already attended. Properties with complete annual records already finalized were selected (n=114). Mean comparison analyzes were performed to assess the different years and cluster analysis to identify similar groups within the population sample. The results show that the adoption of the methodology proposed by PISA increases by 23% the individual production per lactating cow (liters/cow/day) ($P < 0.001$), and by 30% the productive efficiency of the dairy system (liters/ha) ($P = 0.0009$). Three distinct groups were identified from the individual production of lactating cows in the initial year of the project (T0). Although equal statistically for productivity efficiency of the dairy system ($P = 0.1015$), group I at the end of the project (T3) was 56% higher than its productivity in the initial year (T0). The increase in individual animal production combined with the decrease in the amount of silage supplied to the animals is one of the consequences of more efficient pasture management, carried out from the concept of the rotational grazing method. The positive experiences of producers in adopting innovative practices establish a long-term vision for building more sustainable systems. However, for initiatives such as PISA to reach more producers, it is necessary to strengthen the actors involved in public-private partnerships.

Keywords: integrated crop livestock systems; adoption; sustainable intensification; dairy cattle; pasture management

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II.....	22
Figura 1: Mapa da região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul com a localização dos municípios participantes dos projetos PISA Fronteira Noroeste e PISA Norte e da análise do estudo.....	26

LISTAS DE TABELAS

CAPÍTULO II.	22
Tabela 1: Descrição das variáveis selecionadas da base de dados dos projetos PISA.	28
Tabela 2: Descrição, média nos anos de projeto, erro padrão da média (EPM) e significância (P valor) das variáveis relacionadas à utilização das áreas, composição de rebanho e produção de leite das propriedades analisadas.	30
Tabela 3: Agrupamento das propriedades utilizando a produção individual por vaca em lactação (litros/vaca/dia) e os parâmetros analisados no ano inicial (T0) dos projetos PISA.	31
Tabela 4: Descrição, média nos anos de projeto, erro padrão da média (EPM) e significância (P valor) das variáveis relacionadas à utilização das áreas, composição de rebanho e produção de leite por cada grupo identificado.	32

LISTA DE ABREVIATURAS

EMATER: Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAO: Food and Agriculture Organization

FARSUL: Federação da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul

PISA: Produções Integradas em Sistemas Agropecuários

SEBRAE: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SENAR: Serviço Nacional de Aprendizagem Rural

SIPA: Sistemas Integrados de Produção Agropecuária

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	12
1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3. HIPÓTESE	23
4. OBJETIVOS	23
CAPÍTULO II	24
1. Introdução	26
2. Material e Métodos	28
3. Resultados	31
4. Discussão	35
5. Conclusão	41
6. Agradecimentos	41
7. Referências	41
CAPÍTULO III	43
CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS	45
APÊNDICE	50
VITA	52

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

O PISA (Produção Integrada em Sistemas Agropecuários) vem sendo aplicado nos estados do Sul do Brasil em propriedades rurais familiares, tipicamente na atividade de bovinocultura de leite. A metodologia conta com diversas estratégias e práticas conservacionistas com abordagem holística, promovendo o desenvolvimento das propriedades sob o viés da intensificação sustentável.

A modernização da agricultura tornou os sistemas agroalimentares especializados, altamente dependentes de fertilizantes, defensivos agrícolas e impactando negativamente o meio ambiente. Com a estimativa do aumento populacional e do número de pessoas sem acesso a alimentos, surge a necessidade de aumento da produção de alimentos, por meio de modelos eficientes, que reconectem a produção de alimentos à natureza, desenvolvendo estratégias locais para combater a insegurança alimentar mundial.

Sistemas de produção leiteiros pastoris podem protagonizar um importante papel no fornecimento de alimentos mais sustentáveis, menos dependentes de insumos químicos e combustíveis fósseis. Além do mais, a adoção de sistemas pastoris promove o aumento da biodiversidade através de benefícios gerados pelos sinergismos da relação solo-planta-animal, geração de serviços ecossistêmicos e, por fim, melhor eficiência no uso de nutrientes por unidade de área e/ou unidade produzida.

No Rio Grande do Sul, as propriedades leiteiras caracterizam-se pela mão de obra familiar, alta dependência de insumos externos e dificuldade de acesso a informações e tecnologias acessíveis para implementação em suas áreas de trabalho (EMATER/RS- ASCAR, 2021). A entrega de tecnologias embasadas em processos, de conhecimento técnico com linguagem apropriada e soluções personalizadas às diversas realidades nestas propriedades tornam a adoção de novos modelos de produção mais viáveis e consolidados ao longo do tempo.

Sob o contexto de necessidade de mudança dos sistemas dos sistemas de produção de alimentos e melhor compreensão de como a metodologia PISA pode beneficiar a cadeia produtiva no Rio Grande do Sul, o presente estudo tem como objetivo avaliar o impacto da adoção do PISA na produtividade das propriedades rurais atendidas sob tal filosofia.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Mudança nas demandas dos Sistemas Agroalimentares e Intensificação Sustentável

A implementação de tecnologias agrícolas entre as décadas de 1960 e 1970, durante a Revolução Verde, aumentou de modo significativo a produção de alimentos. Apesar do discurso humanista, o pacote tecnológico proposto para esse aumento na produção de alimentos compreendia em uma alta utilização e dependência de fertilizantes, defensivos agrícolas e mobilização de solo através da mecanização (STOATE et al., 2001). A dependência do nitrogênio (N) aplicado, por exemplo, nos últimos cinquenta anos fez com que a produção aumentasse três vezes, enquanto a quantidade de N aplicado aumentou oito vezes (SUBBARAO et al., 2013).

O aumento da produtividade proporcionada pelo modelo de produção especializado da Revolução Verde não foi eficaz em resolver problemas de acesso a alimentos ou de desnutrição crônica. Estima-se que uma em cada sete pessoas sofram de insegurança alimentar e o número tende a crescer, visto que esses cenários modificam conforme especulação de mercado e mudanças climáticas (FOLEY et al., 2011). Além do mais, a expansão e intensificação de terras agrícolas 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).

Portanto, o desafio consiste em atender às demandas de produção projetadas fornecendo mais alimentos, promovendo a melhoria da distribuição e desenvolvimento de políticas de acesso, por meio de modelos de produção sustentáveis (CHAPLIN-KRAMER et al., 2015). Este cenário global torna inegável a necessidade de que os agroecossistemas sejam redesenhados, exigindo a união de esforços entre atores públicos e privados, tornando a questão dos sistemas alimentares um tema multidisciplinar com soluções personalizadas para um problema global (PRETTY et al., 2020; TITTONELL, 2014).

O conceito da “intensificação sustentável”, propõe o aumento da produção agrícola, sem expansão de novas fronteiras territoriais, alicerçado à melhoria dos pilares econômico, social e ambiental, que compõe a sustentabilidade (GARNETT et al., 2013; THOMSON et al., 2019). A exemplo de modelos de sistemas inseridos nesse conceito, os Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA) são apontados como caminho para a intensificação sustentável devido seu embasamento em práticas conservacionistas, promovendo a preservação e aumento da biodiversidade, e

diferenciando-se pela presença do componente animal que aumenta a complexidade no sistema de produção (FAO, 2011).

Os SIPA buscam reconectar os sistemas agrícolas com a natureza onde o animal, além da diversificação na fonte de renda da propriedade, atua como um catalisador de processos, influenciando na dinâmica de nutrientes, contribuindo com a geração de serviços ecossistêmicos e mitigando impactos ambientais negativos provenientes da agricultura intensiva (DORAN, 2002; LEMAIRE et al., 2014). Estudos recentes apontam que áreas onde os SIPA são adotados apresentam modificações positivas que contribuem para a produção sustentável de alimento com melhoria nos parâmetros biofísicos do solo (PETERSON et al., 2019), potencial de redução das emissões de gases de efeito estufa (SOUZA FILHO et al., 2019), melhoria na eficiência do uso de fertilizantes (DENARDIN et al., 2020) e aumento da resiliência do sistema através do manejo do pasto e da diversificação do ambiente produtivo (SZYMCZAK et al., 2020).

A promoção da diversificação nos sistemas agroalimentares, principalmente pela rotação das culturas, e diversidade de atividades nas propriedades rurais, é imprescindível no processo de modificação de práticas que promovam a segurança alimentar e intensificação sustentável (GABA et al., 2015). O re-design dos sistemas é uma ferramenta para a promoção da intensificação sustentável provocando respostas em efeito cascata de serviços ecossistêmicos de provisionamento (e.g. alimentos e água potável), regulação (e.g. controle de pragas, polinização e minimização dos impactos no clima) e culturais (e.g. manutenção da biodiversidade, turismo rural) (BONAUDO et al., 2014; GABA et al., 2018; MONTOYA et al., 2020).

Modificar sistemas lineares e altamente especializados para sistemas complexos de produção de alimentos traz junto à 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 inserção de modelos que promovem o aumento da diversidade e adaptáveis a realidade de cada região ou propriedade rural, torna esses sistemas menos vulneráveis a fatores complexos (e. g. clima e flutuações de mercado), promovendo maior comunicação entre os elos do agroecossistema, não focando apenas no desenvolvimento de tecnologias, mas na sua inclusão e implementação, avaliando a essencialidade da inovação e redesenhando, se necessário (MARTIN; MARTIN-CLOUAIRE; DURU, 2013).

O redesenho, portanto, é estratégia fundamental para que a intensificação sustentável ampare não apenas as questões produtivas dos sistemas, mas também em oferecer a sustentabilidade de modo amplo à sociedade abrangendo as questões ecológicas, econômicas, sociais e políticas. As transformações promovidas pelo

redesenho abordam a diversidade das situações nos ambientes produtivos e das conexões dos diferentes elos dos sistemas agroalimentares de forma integrada e, conseqüentemente, modificando paisagens inteiras nos agroecossistemas. Recentemente, uma avaliação da intensificação sustentável indicou que os sistemas que passam por um processo de transformação produzem resultados benéficos em diferentes paisagens ecológicas, econômicas, sociais e políticas (PRETTY et al., 2020)

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 (PROST et al., 2018). 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 ocorra uma adequada transferência do conhecimento, tornando os atores capacitados à adaptação e adoção das inovações tecnológicas. Ao passo que as condições ecológicas, climáticas e econômicas mudam e o conhecimento evolui, a capacidade dos produtores rurais e suas comunidades melhoram, permitindo que eles conduzam transições por meio de processos de aprendizado social coletivo (PRETTY et al., 2018).

2.2 - Importância do componente pastoril nos agroecossistemas

A agricultura desempenha importante papel na formação de áreas e paisagens rurais e de preservação ecológica. Essas paisagens são originalmente multifuncionais, fornecendo múltiplos serviços ecossistêmicos promovendo a sustentabilidade entre o bem-estar e áreas de trabalho agrícola (CARVALHO et al., 2021). No entanto, com o início da Revolução Verde, as paisagens agrícolas tornaram-se áreas de monocultivos altamente especializados e dependentes de fertilizantes químicos, herbicidas e pesticidas (ARNETH et al., 2019). Em sistemas de bovinocultura de leite intensivos, por exemplo, houve diminuição na eficiência do uso de nutrientes por área de produção e aumento no fornecimento de concentrado, criando maior demanda em commodities como a soja (DELABY et al., 2020).

Apesar de cumprir sua função, produzindo alta demanda de alimentos, esse modelo de produção linear coloca em risco a biodiversidade devido seus impactos negativos como, por exemplo, aumento nas concentrações de nitrato na água potável, perda de diversidade de espécies de plantas, insetos e aves, e um diminuição de áreas de pastagens e florestas naturais (REINSCH et al., 2021). A adoção de sistemas de produção animais ruminantes em confinamento ou em áreas de pastagens com superlotação de animais também contribui para a problemática através da criação de

zonas de produção especializadas com menor diversidade e geração de serviços ecossistêmicos (CARVALHO et al., 2021).

As pastagens cobrem, aproximadamente, 40% da superfície terrestre com grande diversidade de vegetação e sua intensidade de utilização varia entre as regiões do mundo (IPCC, 2019). Sistemas de produção a pasto são vistos como mais eficientes pois, além da produção de forragem, auxiliam no equilíbrio do ecossistema auxiliando em processos de estoques de carbono e melhor ciclagem de nutrientes e água (DELABY et al., 2020a; SOUSSANA et al., 2019).

A promoção do aumento da diversidade através do re-design dos sistemas produtivos pode ocorrer de diversas formas. Uma das alternativas implica na inclusão de culturas rotacionadas com o componente pastoril, aumentando a diversidade de culturas produzida numa determinada área. Comumente, espécies forrageiras são incluídas no sistema como plantas de cobertura, porém modelos de produção integrados, como os SIPA, propõem o pastoreio dessas espécies. O componente animal é fator chave em sistemas pecuários, atuando como um catalisador nos processos naturais e transformando a biomassa do pasto em alimento humano. Além do mais, a diversidade, seja ela em escala ou em tempo, tornam os sistemas de produção mais resilientes a riscos externos (e.g. oscilações de mercado, mudanças climáticas (BONAUDO et al., 2014; CARVALHO et al., 2021; SZYMCZAK et al., 2020)

Dedicados em desenvolver tecnologias e promover a adoção de sistemas pecuários pastoris, pesquisadores do Grupo de Pesquisa em Ecologia do Pastejo (GPEP), sediado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, têm proposto como inovação em manejo de pastagens o pastoreio “Rotatínuo”. O conceito é fundamentado no comportamento ingestivo dos animais em pastejo, onde a estrutura ótima (altura) oportunizada ao animal proporciona um maior ingestão de matéria seca de pasto por unidade de tempo, diminuindo o tempo de necessário de pastejo para atender sua necessidade de consumo (CARVALHO, 2013)

O rotatínuo é um facilitador do processo de pastejo, oportunizando ao animal exercer suas preferências alimentares, podendo ser aplicado nos métodos de pastoreio contínuo (animais permanecem na mesma área, com pouca ou nenhuma subdivisão, sem período de descanso para recuperação da pastagem) e rotativo (áreas subdivididas, fundamento no período de recuperação da pastagem entre a entrada dos animais em uma área e outra). O conceito tem sido estudado desde 2001, através de uma série de experimentos com diferentes espécies forrageiras (e.g. tifton, aveia, azevém), animais bovinos e ovinos em pastejo, em sistemas de produção puramente pecuários e em sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA), e como essa

interação pode promover uma estratégia “win-win” entre os elos da cadeia produtiva.

O manejo do pasto, sob o conceito Rotatínuo, resulta em pastos com maior valor nutritivo e maior taxa de ingestão em um tempo de pastejo menor (SAVIAN et al., 2020). A estratégia conta como consequência resíduo de biomassa com elevada proporção de folhas e interceptação luminosa, resultando em altas taxas de acúmulo de pasto e menores intervalos de descanso entre áreas (CARVALHO et al., 2001). A adoção do conceito para realização do manejo do pasto promove melhoria na condução dessas áreas e a maximização da produção de forragem e da produção animal (KUNRATH et al., 2020)

2.3 - *A bovinocultura de leite no Sul do Brasil*

O leite e a cadeia de lácteos é essencial à dieta humana, e sua produção possui grande importância como atividade econômica e social, gerando renda a pequenos produtores e contribuindo com a manutenção do campo e diminuição do êxodo rural (SILVA, 2017). Assim como as demais cadeias ligadas à produção de alimentos, os sistemas de produção de leite estão cada vez mais intensificados, dependentes do uso de concentrados e fertilizantes químicos. Segundo (RUVIARO et al., 2020), sistemas de confinamento apresentam maior emissão de CO₂ eq por unidade de área, menor produtividade e menor eficiência alimentar quando comparado aos sistemas de semiconfinamento e pastoril.

No Brasil, o leite é um dos seis produtos mais importantes da agropecuária brasileira e a cadeia produtiva vem sofrendo transformações tecnológicas significativas nos últimos 30 anos, refletindo no aumento de 139% da produção de leite. No ano de 2020, o volume de leite brasileiro foi estimado em 532,3 milhões de toneladas, ocupando a quinta posição no ranking de maiores produtores internacionais. No país, os cinco maiores estados em produção concentram quase 70% do total nacional, com Minas Gerais tendo participação de 27,11%, seguido do Paraná e Rio Grande do Sul, com 12,45% e 12,26%, respectivamente (EMBRAPA, 2021).

A produção leiteira nacional apresenta heterogeneidade estrutural, sendo diversa tanto nos sistemas de produção como em aspectos ligados à alimentação do rebanho e qualidade do leite. A extensão territorial do Brasil faz com que os sistemas de produção apresentem alta diversidade socioeconômica, cultural e climática, requerendo que estudos regionais sobre a bovinocultura de leite sejam desenvolvidos a fim de colaborar com o desenvolvimento da atividade que está presente em, aproximadamente, 80% dos municípios brasileiros (MATTE JÚNIOR; JUNG, 2017).

Os estados que se destacam na produção demonstram centralização da

produção leiteira, caracterizando movimento de consolidação das bacias leiteiras ao longo do tempo. Em 2020, a captação de leite aumentou 4,2% sinalizando diminuição da informalidade da atividade. O nível de mesorregiões produtoras de leite representa grupos de características próprias e, entre as dez primeiras colocadas, concentra-se 43,45% do volume produzido no país; destaca-se a mesorregião Noroeste Rio-Grandense como a maior produtora, representando 8,23% do total de leite produzido brasileiro (EMBRAPA, 2021).

No Sul do Brasil, principalmente no estado do Rio Grande do Sul, destaca-se o sistema de produção familiar consolidado por ser atividade fundamental na geração de renda de pequenos produtores. Além disso, este tipo de sistema promove o desenvolvimento da região através da absorção de mão de obra, alcance social e agregação de valor na propriedade, possibilitando o uso de terras de não favoráveis para a agricultura no desenvolvimento dessa atividade. Esses produtores se organizam através de cooperativas, centralizando a produção e proporcionando maior poder de venda e negociação junto a compradores e vendedores de insumos necessários ao manejo do rebanho (CAMILOR, 2018).

As propriedades rurais leiteiras no Rio Grande do Sul apresentam, aproximadamente, área de 20 hectares, rebanho composto por 7,73 vacas em lactação, e produção de 13,9 litros/leite por dia (EMATER/RS- ASCAR, 2021). A região do Noroeste do Estado, maior produtora, caracteriza-se pela multifuncionalidade do produtor que realiza diversas funções na propriedade dada a diversidade de cultivos na região (e.g. milho, soja, suinocultura).

Segundo EMATER/RS- ASCAR (2021), fatores como aumento do custo de produção e as dificuldades de sucessão familiar, são as principais causas do desestímulo na atividade leiteira fazendo com que essas propriedades migrem para atividades mais rentáveis como o plantio de grãos e a pecuária de corte. As maiores desistências se encontram no grupo de produtores cuja produção diária de leite se limita a 50 litros. Estima-se que nos últimos seis anos, o rebanho leiteiro diminuiu 26%, representando um total de 44.017 produtores a menos que o ano de 2015.

MONTOYA; BERTUSSI; FINAMORE (2019) relataram que produtores apontam como problema da produção de leite a falta de crédito rural com taxas de juros compatíveis com a atividade leiteira. Respectivamente, aparecem na lista a deficiência de informações técnicas e a deficiência de informação de mercado; deficiência de qualificação da mão de obra e problemas de legislação ambiental. Portanto, desenvolvimento e adoção de políticas voltadas ao desenvolvimento de tecnologias acessíveis aos produtores rurais familiares, promovendo uma melhoria na bonificação e

distribuição de renda no território gaúcho são elementos importantes para a construção de um modelo de desenvolvimento econômico que garanta maior qualidade de vida a essas famílias, pois tais medidas não impactam somente no âmbito do desenvolvimento rural (CAMILOR, 2018).

2.4. *Produção Integrada em Sistemas Agropecuários - PISA*

As propriedades rurais familiares desempenham importante papel no contexto de redesenhar os sistemas agroalimentares, sendo responsáveis por produzir mais da metade dos alimentos no mundo. (DOGLIOTTI et al., 2014), concluiu que é possível melhorar os níveis de sustentabilidade em propriedades rurais desde que sejam respeitadas suas limitações de recursos naturais, financeiros e contexto socioeconômico em que estão inseridos. Ou seja, as propriedades rurais familiares podem, e devem, passar por tal modificação nos seus sistemas de produção passando por um processo de caracterização, diagnóstico, redesenho, implementação e avaliação final do planejamento executado realizado por meio do aprendizado resultante da interação entre produtores rurais e assistência técnica através de ações individuais e coletivas.

Sob a perspectiva da necessidade de mudança e transformação nos sistemas agroalimentares e nos processos produtivos, sob o viés da intensificação sustentável, e conhecendo o potencial produtivo do Brasil, em 2007 foi criado o Programa de Produção Integrada em Sistemas Agrícolas (PISA) pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2007). Sob responsabilidade técnica da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), o programa tem como objetivo “promover o desenvolvimento sustentável no âmbito da microbacia hidrográfica, como unidade básica de planejamento, por meio da difusão de tecnologias sustentáveis e transformação do processo produtivo, para obtenção de alimentos seguros, com qualidade, competitividade, e geração de emprego e renda” (MAPA 2009). No Rio Grande do Sul, a cadeia produtiva escolhida para este projeto foi a cadeia leiteira, especialmente voltada a pequenas propriedades familiares.

A partir de 2011, através do Programa Juntos para Competir (Farsul, Senar e Sebrae), o PISA começou a ser implementado em propriedades que têm o leite como importante fonte de renda, promovendo e fortalecendo a organização da base produtiva através dos princípios da intensificação sustentável; impactando através de ações individuais e coletivas a rentabilidade e os custos de produção; qualificando os produtores para melhor gestão econômica das propriedades, modificando positivamente a condição social das famílias e a integridade ambiental das áreas de produção; e por fim, promovendo o empoderamento das famílias para que haja continuidade na

condução dos novos modelos implementados de acordo com pilares da sustentabilidade.

A metodologia PISA é embasada no conceito da intensificação sustentável promovendo o sinergismo entre as funcionalidades dos processos naturais que os sistemas de produção de alimentos podem oferecer. Isto é, o PISA propõe em seu arranjo de estratégias com abordagem holística, a promoção do desenvolvimento sustentável das propriedades. O programa possui uma gama de tecnologias e processos em suas ferramentas de aplicação, abrangendo diferentes seções da propriedade rural. As principais ferramentas propostas preveem atuar estrategicamente no manejo do solo, manejo de Sistema Integrado, manejo de pastagens, manejo ambiental e na gestão da propriedade rural.

A aplicação da metodologia visa a flexibilidade na intensidade e no modo de adoção de suas ferramentas para que assim possa ser adaptado a diferentes realidades do mundo (HADJIPAVLOU; LIGDA, 2022). A abordagem localizada é importante para que se atinjam objetivos como melhoria na produtividade da propriedade, diminuição na carga de trabalho dos membros da família envolvidos na produção leiteira e melhor utilização de suas terras. Um exemplo de estratégia abordada é o conceito de manejo de pasto rotatínuo: tecnologia de processo que tem como objetivo aumentar a ingestão dos animais através do consumo de pasto em estrutura ótima, podendo impactar diretamente no volume total de leite produzido e, indiretamente, na rentabilidade do produto produzido (VIEIRA, 2015).

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 a 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, e que possui como membros os professores responsáveis pela criação e desenvolvimento do projeto original do PISA. O programa PISA, como iniciativa de extensão rural, é implementado através de solicitação de um ator local (e.g. secretaria municipal, sindicato, cooperativa de laticínios); a partir desta solicitação, compõe-se um comitê técnico de gestão (CTG), e o projeto em questão é apresentado aos produtores locais, sendo os grupos formados de forma voluntária por adesão, após a expositiva dos objetivos e metas através da filosofia a ser trabalhada.

A estratégia de ações coletivas por meio da criação de grupos de pequenos produtores, como proposto pelo programa Juntos para Competir, é importante

para que se mantenham competitivos e se tornem resilientes frente às instabilidades do mercado agrícola. Além disso, a proposição de métodos participativos, que possibilitem a troca de experiências encorajam o produtor a executar as estratégias propostas, desenvolvendo autonomia nas tomadas de decisão e, conseqüentemente, consolidando o novo modelo adotado e difundindo práticas e conhecimentos adquiridos ao longo das ações dos projetos em suas comunidades.

3. HIPÓTESE

3.1 A adoção da metodologia PISA modifica positivamente os indicadores produtivos de propriedades rurais de pecuária de leite.

4. OBJETIVOS

4.1 Avaliar o desempenho das propriedades sob gestão dos conceitos propostos pelo projeto PISA.

4.2 Identificar grupos de produtores a partir dos seus indicadores no ano inicial do projeto.

4.3 Comparar o desempenho dos indicadores produtivos dos grupos de produtores identificados.

CAPÍTULO II

IMPACTO DA METODOLOGIA PISA NA PRODUÇÃO DE LEITE DE PROPRIEDADES RURAIS FAMILIARES NO SUL DO BRASIL

Débora Rubin Machado^{a*} e Paulo César de Faccio
Carvalho^a

^aGrupo de Pesquisa em Ecologia do Pastejo. Universidade Federal do Rio
Grandedo Sul, RS 91540-000, Brasil.

* Autor correspondente: debora.rubin@hotmail.com

Resumo

Modelos de produção altamente especializados e dependentes de insumos externos são apontados como agentes de impactos negativos ao meio ambiente. Os sistemas de produção leiteiros pastoris apresentam grande potencial de fornecer alimentos sustentáveis e gerando serviços ecossistêmicos (e. g. melhor eficiência no uso de nutrientes). No sul do Brasil, o programa Juntos para Competir, já atendeu 1820 propriedades rurais leiteiras através do projeto PISA que conta com diversas estratégias e práticas conservacionistas com abordagem holística, promovendo o desenvolvimento das propriedades sob o viés da intensificação sustentável. O estudo pretendeu verificar se a adoção de tais ferramentas e práticas modifica de forma positiva os indicadores produtivos das propriedades já atendidas. Foram selecionadas propriedades com registros anuais completos (n=114) de já finalizados. Foram realizadas análises de comparação de médias foram realizadas para comparar os diferentes anos e análise de agrupamento para identificar grupos similares dentro da amostra populacional. Os resultados demonstram que a adoção da metodologia proposta pelo PISA incrementa em 23% a produção individual por vaca em lactação (litros/vaca/dia) ($P < 0,001$), e em 30% a eficiência produtiva do sistema leiteiro (litros/ha) ($P = 0,0009$). Foram identificados três grupos distintos a partir da produção individual das vacas em lactação no ano inicial de projeto (T0). Apesar de estatisticamente iguais para eficiência da produtividade do sistema leiteiro ($P = 0,1015$), porém o grupo I ao final do projeto (T3) foi 56% superior a sua produtividade no ano inicial (T0). O aumento na produção individual dos animais combinado à queda na quantidade de silagem fornecida aos animais é uma das consequências do manejo do pasto mais eficiente, realizado a partir do conceito do rotatínuo. As experiências positivas dos produtores na adoção de práticas inovadoras estabelece uma visão de longo prazo para construção de sistemas mais sustentáveis. Contudo, para que iniciativas como o PISA atinjam mais produtores, é necessário um fortalecimento entre os atores envolvidos nas parcerias público-privada.

Palavras-chaves: sistemas integrados de produção agropecuária; adoção; intensificação agroecológica; políticas públicas; uso da terra.

IMPACT OF THE PISA METHODOLOGY ON THE MILK PRODUCTION OF SMALLHOLDERS IN THE SOUTHERN OF BRAZIL

Débora Rubin Machado^{a*} and Paulo César de Faccio
Carvalho^a

^aGrazing Ecology Research Group, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS 91540-000, Brazil.

*Corresponding author: debora.rubin@hotmail.com

ABSTRACT

Highly specialized production models that depend on external inputs are pointed out as agents of negative impact on the environment. Pastoral dairy production systems have great potential to provide sustainable food and generate ecosystem services (e.g. better nutrient use efficiency). In southern Brazil, the “Juntos para Competir” program has already served 1,820 dairy farms through the PISA project, which has several conservationist strategies and practices with a holistic approach, promoting the development of properties under the bias of sustainable intensification. The study aimed to verify if the adoption of such tools and practices positively modifies the productive indicators of the properties already attended. Properties with complete annual records already finalized were selected (n=114). Mean comparison analyzes were performed to assess the different years and cluster analysis to identify similar groups within the population sample. The results show that the adoption of the methodology proposed by PISA increases by 23% the individual production per lactating cow (liters/cow/day) ($P<0.001$), and by 30% the productive efficiency of the dairy system (liters/ha) ($P=0.0009$). Three distinct groups were identified from the individual production of lactating cows in the initial year of the project (T0). Although equal statistically for productivity efficiency of the dairy system ($P=0.1015$), group I at the end of the project (T3) was 56% higher than its productivity in the initial year (T0). The increase in individual animal production combined with the decrease in the amount of silage supplied to the animals is one of the consequences of more efficient pasture management, carried out from the concept of the rotational grazing method. The positive experiences of producers in adopting innovative practices establish a long-term vision for building more sustainable systems. However, for initiatives such as PISA to reach more producers, it is necessary to strengthen the actors involved in public-private partnerships.

Keywords: integrated crop livestock systems; adoption; sustainable intensification; dairy cattle; pasture management

1. Introdução

A modernização da agricultura tornou os sistemas agroalimentares especializados, altamente dependentes de fertilizantes, defensivos agrícolas e

impactando negativamente o meio ambiente. Com a estimativa do aumento populacional e do número de pessoas sem acesso a alimentos, o desafio consiste em atender às demandas de produção projetadas fornecendo mais alimentos, promovendo a melhoria da distribuição e desenvolvimento de políticas de acesso, por meio de modelos de produção sustentáveis (CHAPLIN-KRAMER et al., 2015). Surge, portanto, a necessidade de modificação dos sistemas de produção e suas cadeias a fim adotar de modelos eficientes, que reconectem a produção de alimentos à natureza, desenvolvendo estratégias locais para combater a insegurança alimentar mundial.

Sistemas de produção leiteiros pastoris podem protagonizar um importante papel no fornecimento de alimentos mais sustentáveis, menos dependentes de insumos químicos e combustíveis fósseis. Além do mais, a adoção de sistemas pastoris promove o aumento da biodiversidade através de benefícios gerados pelos sinergismos da relação solo-planta-animal, geração de serviços ecossistêmicos e, por fim, melhor eficiência no uso de nutrientes por unidade de área e/ou unidade produzida (CARVALHO et al., 2021). A realização do manejo do pasto de forma eficiente, como propõe o conceito Rotatínuo, oferece ao animal pasto mais nutritivo e resultavos positivos na produção secundária (e.g. leite) (SAVIAN et al., 2020). No Rio Grande do Sul, 90,4% das propriedades leiteiras possuem sistemas a base de pasto. Além disso, caracterizam-se pela mão de obra familiar, alta dependência de insumos externos e dificuldade de acesso a informações e tecnologias acessíveis para implementação em suas áreas de trabalho (EMATER/RS- ASCAR, 2021). A entrega de tecnologias embasadas em processos, de conhecimento técnico com linguagem apropriada e soluções personalizadas às diversas realidades nestas propriedades tornam a adoção de novos modelos de produção mais viáveis e consolidados ao longo do tempo.

O PISA (Produção Integrada em Sistemas Agropecuários) vem sendo aplicado nos estados do Sul do Brasil e já atendeu, aproximadamente, 1820 propriedades rurais familiares, tipicamente na atividade de bovinocultura de leite. A metodologia propõe diversas estratégias e práticas conservacionistas com abordagem holística, promovendo o desenvolvimento das propriedades sob o viés da intensificação sustentável. A proposição de métodos participativos, que possibilitando a troca de experiências encorajam o produtor a executar as estratégias propostas, desenvolvendo autonomia nas tomadas de decisão e, conseqüentemente, consolidando o novo modelo adotado e difundindo práticas e conhecimentos adquiridos ao longo das ações dos projetos em suas comunidades.

Sob o contexto de necessidade de mudança dos sistemas dos sistemas de produção de alimentos e melhor compreensão de como a metodologia PISA pode

beneficiar a cadeia produtiva no Rio Grande do Sul, o presente estudo tem como objetivo avaliar o impacto da adoção do PISA na produtividade das propriedades rurais atendidas sob tal filosofia.

2. Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido com as propriedades participantes dos projetos PISA Fronteira Noroeste e PISA Norte (Figura 1). Estes projetos atenderam 271 propriedades rurais e foram utilizados os dados de 114 propriedades de bovinocultura de leite localizadas na mesorregião Noroeste Rio-Grandense, que apresentavam os dados completos ao longo do período de execução do projeto.. O clima na região é temperado do tipo subtropical (classificação de Köppen), com temperatura média do ar entre 15 e 18°C, sendo as estações de verão e inverno bem definidas com mínimas de até -10°C e máximas de 40°C. A precipitação pluviométrica acumulada é de 1.700 a 1.900mm. No entanto, as temperaturas apresentam grande variação sazonal, com verões quentes junto de períodos de estiagem e invernos rigorosos, com ocorrência de geada e eventual precipitação acima da média normal.

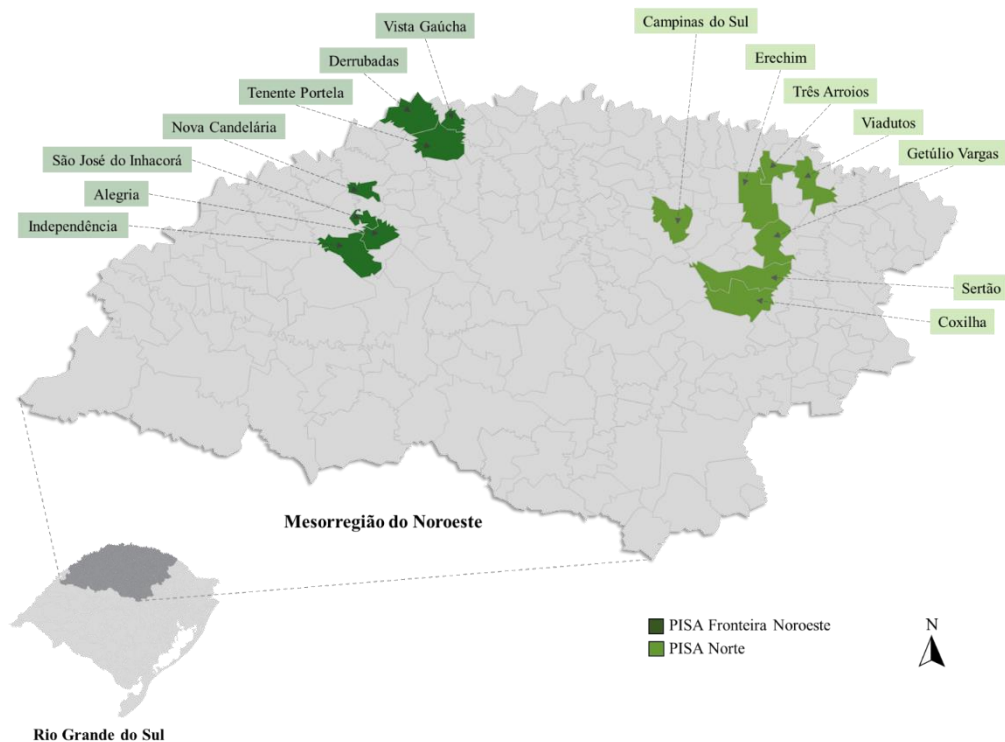


Figura 1. Mapa da mesorregião Noroeste Rio-Grandense com a identificação dos municípios participantes do estudo.

2.1. Programa Juntos para Competir: Projeto e metodologia PISA

O sistema formado pelas instituições FARSUL, SENAR e SEBRAE, propõe que a

união dos grupos de produtores assistidos fortaleça o setor, e que os mesmos identifiquem-se como parceiros e não concorrentes, incentivando a troca de experiências e promovendo maior cooperação na atividade leiteira local. A assistência técnica oferecida pelo programa é executada através de entidades executoras, escolhidas via edital de seleção que conta com uma prova de conhecimentos técnicos específicos sobre as ferramentas e metodologia do PISA, aplicada aos consultores de campo de tais empresas.

Os projetos possuem duração entre 3 e 4 anos, com frequência de visitas distintas entre os tipos de propriedades. Cada projeto possui uma propriedade denominada Unidade de Difusão Tecnológica (UDT), a qual recebe visitas mensais, para ações individuais do produtor junto ao técnico, atuando também como pólo de difusão tecnológica, sendo o centro onde ocorrem as ações coletivas do projeto, como oficinas e clínicas metodológicas com os demais produtores participantes do projeto. As demais propriedades são denominadas Unidades Produtivas (UP), que recebem visitas bimensais para ações individuais.

2.2. Coleta e base de dados – Projeto PISA

Durante as ações individuais, anualmente, em um mesmo período do ano, é aplicado um questionário denominado “Diagnóstico” (Apêndice 1). Na primeira visita do técnico à propriedade, é realizado o Diagnóstico “T0” com finalidade de que o produtor, e sua família, apresente ao técnico seu sistema de produção (áreas, rebanho e infraestrutura), realizando planejamento a partir dos objetivos iniciais a serem alcançados pela propriedade. Nos anos seguintes, no mesmo período do ano em que o T0 foi coletado, são realizados novos diagnósticos “T1”, “T2” e “T3”, sucessivamente, com objetivo de acompanhar as transformações que ocorreram nas propriedades rurais assistidas.

O Diagnóstico apresenta 256 variáveis de áreas como estrutura familiar, uso da terra, características do rebanho, ambiente produtivo, manejo da ordenha, manejo nutricional, manejo reprodutivo, manejo sanitário e melhorias de vida do produtor e/ou da propriedade. Os questionários preenchidos são encaminhados para a equipe da Aliança SIPA, responsável por compilar e fazer a manutenção da base de dados dos projetos.

2.3. Análise dos dados

Para o desenvolvimento do estudo, foram selecionados projetos que possuíam coleta

de dados em todos os anos de sua execução e, posteriormente, realizou-se limpeza dos dados através da identificação e exclusão de observações com dados corrompidos, incorretos ou faltantes para torná-los aptos à análise estatística.

Com intuito de reduzir o impacto da sazonalidade da produção de leite nos indicadores analisados, em decorrência da estação do ano, foram escolhidas observações que ocorreram entre os meses de junho e agosto em todos os anos de execução dos projetos. Propriedades que receberam intervenções mensais (UDT) não foram analisadas por insuficiência amostral. Para análise dos indicadores produtivos foram selecionadas variáveis de uso do solo, características do rebanho, manejo nutricional e produção de leite (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição das variáveis selecionadas da base de dados dos projetos PISA.

Variável	Unidade	Descrição
Área total	hectare	Área referente a toda propriedade, incluindo as áreas de produção, florestas nativas, benfeitorias e áreas inundadas
Área destinada à pecuária leiteira	hectare	Total das áreas destinadas as atividades da pecuária leiteira
Área de pastagem de inverno	hectare	Total das áreas destinadas aos pastos na estação do inverno
Área de pastagem de verão	hectare	Total das áreas destinadas aos pastos na estação do verão
Área para silagem	hectare	Total das áreas destinadas a produção de silagem
Utilização do pasto	dias/ano	Número total de dias em são utilizadas as pastagens no período de um ano
Acesso ao pasto	horas	Total de horas por dia em que as vacas possuem acesso ao pasto
Concentrado	kg/vaca/dia	Quantidade diária de ração em matéria natural oferecida para cada vaca em lactação.
Silagem	kg/vaca/dia	Quantidade diária de silagem em matéria natural oferecida para cada vaca em lactação.
Rebanho total	número total	Número total de animais que compõe o rebanho leiteiro da propriedade
Vacas em lactação	número total	Quantidade de vacas lactantes na propriedade
Novilhas	número total	Quantidade de novilhas na propriedade
Relação de vacas em lactação no rebanho	percentual	Valor, em percentual, referente ao número de vacas em lactação em relação ao rebanho leiteiro total
Produtividade por vaca em lactação	litros/vaca/dia	Média de produção de leite diária por vaca em lactação
Produtividade da terra	litros/hectare	Média de produção de leite diária por hectare da propriedade

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de acordo com Shapiro-Wilk ($p < 0,005$) e, atendidos os pressupostos, foi realizado análise variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey utilizando o pacote *Imer* (R Core Team,

2020). Quando não atendidas as pressuposições do teste de normalidade, as médias das variáveis foram comparadas a partir do teste não paramétrico de Kruskal Wallis.

Foi realizada análise de agrupamento hierárquico, através do Método Ward, usando distância euclidiana através do pacote *vegan* (R Core Team, 2021). A variável de produção individual das vacas em lactação (litros/vaca/dia) é um dos indicadores do potencial produtivo e do retorno financeiro da atividade leiteira. Desta forma, em no ano inicial de projeto (T0) foi utilizada como fator fixo para a divisão dos grupos e para verificar o número de clusters significativos foi utilizado o pacote *NBcluster* (R Core Team, 2021). A caracterização dos grupos formados foi realizada através de teste de comparação de médias pelo teste de Tukey utilizando o pacote *Imer* (R Core Team, 2021). A comparação do desempenho dos grupos foi realizada através das médias das variações (Delta) obtidas ao longo dos anos de projeto, calculado a partir de:

$$\Delta_{variável} = Diagnóstico_{T3} - Diagnóstico_{T0}$$

Para comparação das médias de desempenho entre grupos, foram utilizados os testes paramétricos e não paramétricos citados anteriormente. Todos os procedimentos e análises estatísticas foram executadas no software estatístico RStudio Programming.

3. Resultados

A introdução do PISA nas propriedades leiteiras analisadas não modificou significativamente o tamanho da área total destinada à produção de leite, pastagens de inverno, pastagens de verão e para produção de silagem, porém houve aumento no total de dias de utilização dos pastos ($p > 0,001$). O número de animais no rebanho leiteiro, bem como o número e a relação de vacas em lactação permaneceram, estatisticamente, iguais ($p = 0,5514$; $p = 0,5240$; $0,4085$), sendo o número de novilhas superior nos anos finais de projeto ($p < 0,001$).

Observou-se maior produção individual das vacas lactantes ($p < 0,001$), bem como houve queda na quantidade ofertada de silagem aos animais ($p = 0,0252$) após o primeiro ano de inserção da metodologia PISA nas propriedades. A quantidade de concentrado fornecida diariamente aumentou 17,5% em relação ao ano inicial do projeto ($p = 0,0163$) (Tabela 2).

Tabela 2. Descrição, média nos anos de projeto, erro padrão da média (EPM) e significância (P valor) das variáveis relacionadas à utilização das áreas, composição de rebanho e produção de leite das

propriedades analisadas.

	Variável	T0	T1	T2	T3	EPM	P valor
Uso da terra	Área total (ha)	36,5 a	34,6 a	35 a	35,5 a	1,80	0,9579
	Área destinada à pecuária leiteira (ha)	14,9 a	14,1 a	13,7 a	14,3 a	0,41	0,9859
	Área de pastagem de inverno (ha)	10,6 a	10,8 a	10,9 a	11,8 a	0,37	0,7972
	Área de pastagem de verão (ha)	5,8 a	5,51 a	4,98 a	5,49 a	0,14	0,5156
	Área para silagem (ha)	7,7 a	6,89 a	5,98 a	6,53 a	0,30	0,8868
	Utilização do pasto (dias/ano)	318 b	340 a	348 a	349 a	3,07	<0,001
	Manejo Nutricional	Acesso ao pasto (horas)	5,1 a	3,97 b	4,95a	4,75 a	0,11
Concentrado (kg/vaca/dia)		3,86 b	4,35 ab	4,33 ab	4,54 a	0,09	0,0163
Silagem (kg/vaca/dia)		18,59 a	17,94 a	16,01 b	16,22 b	0,35	0,0252
Características do Rebanho e do Sistema Produtivo	Rebanho total (nº de animais)	37,1a	38,3 a	41 a	41,6 a	1,15	0,5514
	Vacas em lactação (nº de animais)	20,3 a	20,6 a	21,7 a	22,9 a	0,62	0,4085
	Novilhas (n animais)	5,54 b	6,40 b	8,81 a	8,22 a	0,32	<0,001
	Relação de vacas em lactação no rebanho (%)	54,6 a	54 a	53,3 a	55,5 a	0,49	0,5240
	Produtividade por vaca em lactação (litros/vaca/dia)	16,92 b	19,77 a	20,78 a	20,03 a	0,27	<0,001
	Eficiência produtiva do sistema leiteiro (litros/ha)	25,7 b	31,0 a	33,2 a	33,5 a	0,91	0,0009

A análise agrupamento separou as 114 propriedades em três grupos contendo 34, 40 e 40 conjuntos de dados, a partir da produção individual dos animais em lactação (litros/vaca/dia) no ano inicial dos respectivos projetos (T0). Não foi encontrada interação entre os anos de projetos e os grupos. O menor grupo (grupo I) composto por 30% do conjunto de dados e produtividade por vaca em lactação de 10,4 litros/vaca/dia, e os demais grupos (grupo II e III), ambos com 35% do conjunto de dados, com produção individual de 16,5 e 22,9 litros/vaca/dia, respectivamente.

Os grupos não apresentaram diferença ($p > 0,05$) entre si para área total, área com pastagem de inverno, área com pastagem de verão, dias totais de utilização dos pastos, horas de acesso ao pasto, quantidade de silagem fornecida, número de novilhas e relação de vacas lactantes no rebanho.

O grupo I possui menor área destinada à pecuária leiteira que os demais grupos, sendo estes semelhantes entre si ($p = 0,0046$); o grupo III possui maior área para silagem ($p = 0,0009$) e oferta maior quantidade de concentrado diariamente aos animais ($< 0,001$), que os grupos I e II.

Os grupos II e III demonstraram igualdade estatística para rebanho total leiteiro e

número de vacas em lactação no rebanho, porém o grupo I apresenta menor número em ambos os parâmetros ($p=0,0020$; $p=0,0007$, respectivamente). Os grupos são diferentes entre si para produtividade do sistema leiteiro onde, inicialmente, grupo III produziu 37,33 litros/ha; grupo II produziu 26,29 litros/ha; e o grupo I produziu 15,47 litros/ha ($p<0,001$) (Tabela 3).

Tabela 3. Agrupamento das propriedades utilizando a produção individual por vaca em lactação (litros/vaca/dia) e os parâmetros analisados no ano inicial (T0) dos projetos PISA.

	Grupo I	Grupo II	Grupo III	EPM	P valor
n	34	40	40		
Produção Individual (litros/vaca/dia)	10,4	16,52	22,86		
Área total (ha)	23,51 a	41,51 a	42,73 a	3,57	0,0560
Área destinada à pecuária leiteira (ha)	10,10 b	17,59 a	16,28 a	0,98	0,0046
Área de pastagem de inverno (ha)	8,09 a	12,08 a	11,96 a	0,72	0,0593
Área de pastagem de verão (ha)	5,34 a	5,76 a	5,56 a	0,32	0,8584
Área para silagem (ha)	4,35 b	6,52 b	12,79 a	0,93	0,0009
Utilização do pasto (dias/ano)	313 a	326 a	311 a	5,66	0,3218
Acesso ao pasto (horas)	4,34 a	5,13 a	5,55 a	0,23	0,1060
Concentrado (kg/vaca/dia)	2,37 b	3,37 b	5,69 a	0,23	<0,001
Silagem (kg/vaca/dia)	18,70 a	18,24 a	18,84 a	0,76	0,9582
Rebanho total (nº de animais)	24,96 b	40,39 a	44,05 a	2,15	0,0020
Vacas em lactação (nº de animais)	13,18 b	22,30 a	25,23 a	1,21	0,0007
Novilhas (n animais)	4,53 a	5,05 a	6,75 a	0,51	0,1868
Relação de vacas em lactação no rebanho (%)	49,84 a	57,20 a	55,12 a	1,09	0,0828
Eficiência produtiva do sistema leiteiro (litros/ha)	15,47 c	26,29 b	37,33 a	1,58	<0,001

Em relação aos dias totais de utilização do pasto, o grupo I aumentou sua utilização em aproximadamente 15%, duas vezes mais do que os grupos I e II ($p=0,0002$). A oferta de silagem variou negativamente nos três grupos. O grupo I apresentou um decréscimo de 29% e o grupo II de 13% na quantidade fornecida diariamente, ficando o grupo III com uma variação de 0,05%.

Tabela 4. Descrição, média nos anos de projeto, erro padrão da média (EPM) e significância (P valor) das variáveis relacionadas à utilização das áreas, composição de rebanho e produção de leite por cada grupo identificado.

Variáveis	T0	T1	T2	T3	EPM	P valor
-----------	----	----	----	----	-----	---------

	Área total (ha)	23,51 a	23,05 a	23,24 a	22,5 a	1,33	0,9935
	Área destinada à pecuária leiteira (ha)	10,09 a	10,04 a	10,2 a	10,22 a	0,44	0,9950
	Área de pastagem de inverno (ha)	8,02 a	6,65 a	6,72 a	7,65 a	0,48	0,6274
	Área de pastagem de verão (ha)	5,34 a	4,24 a	3,67 a	4,4 a	0,29	0,1698
	Área para silagem (ha)	4,35 a	4,00 a	3,77 a	3,66 a	0,23	0,4403
	Utilização do pasto (dias/ano)	313,24 b	337,47 ab	348,44 a	361,03 a	4,56	0,0002
Grupo I (n = 34)	Acesso ao pasto (horas)	4,33 a	3,85 a	4,44 a	4,48 a	0,19	0,5739
	Concentrado (kg/vaca/dia)	2,37 a	3,07 a	2,77 a	3,21 a	0,14	0,1191
	Silagem (kg/vaca/dia)	18,7 a	17,08 ab	14,17 b	13,21 b	0,64	0,0024
	Rebanho total (nº de animais)	24,96 a	25,93 a	26,87 a	26,84 a	1,08	0,9770
	Vacas em lactação (nº de animais)	13,17 a	13,93 a	14,7 a	14,7 a	0,65	0,7364
	Novilhas (n animais)	4,53 a	5,27 a	5,58 a	4,67 a	0,36	0,7671
	Relação de vacas em lactação no rebanho (%)	49,83 a	51,99 a	51,63 a	54,59 a	1,00	0,4133
	Eficiência produtiva do sistema leiteiro (litros/ha)	17,30 a	22,60 a	25,50 a	25,40 a	1,29	0,0448
		Área total (ha)	41,51 a	40,29 a	44,41 a	45,58 a	4,42
	Área destinada à pecuária leiteira (ha)	17,59 a	16,36 a	15,37 a	16,54 a	0,83	0,7886
	Área de pastagem de inverno (ha)	12,08 a	12,87 a	13,63 a	12,14 a	0,69	0,8251
	Área de pastagem de verão (ha)	5,76 a	6,56 a	5,70 a	6,45 a	0,24	0,4232
	Área para silagem (ha)	6,52 a	7,72 a	6,51 a	6,85 a	0,44	0,6133
	Utilização do pasto (dias/ano)	326,23 a	339,84 a	348,47 a	348,38 a	4,75	0,1287
Grupo II (n = 40)	Acesso ao pasto (horas)	5,12 a	3,78 a	4,76 a	4,72 a	0,17	0,0375
	Concentrado (kg/vaca/dia)	3,37 b	4,22 a	3,92 ab	4,41 a	0,14	0,0037
	Silagem (kg/vaca/dia)	18,24 a	16,52 a	14,76 a	15,81 a	0,55	0,1017
	Rebanho total (nº de animais)	40,39 a	41,42 a	45,91 a	44,31 a	1,78	0,5893
	Vacas em lactação (nº de animais)	22,30 a	22,40 a	23,87 a	24,92 a	0,94	0,6645
	Novilhas (n animais)	5,05 b	6,82 ab	9,87 a	8,46 ab	0,53	0,0044
	Relação de vacas em lactação no rebanho (%)	57,20 a	54,57 a	54,35 a	56,28 a	0,78	0,4984
	Eficiência produtiva do sistema leiteiro (litros/ha)	26,28 a	32,05 a	34,29 a	31,45 a	1,38	0,1370
	Área total (ha)	42,72 a	39,63 a	36,03 a	37,05 a	2,15	0,6036
	Área destinada à pecuária leiteira (ha)	16,27 a	15,98 a	15,49 a	15,95 a	0,67	0,9784
Grupo III (n = 40)	Área de pastagem de inverno (ha)	11,96 a	13,08 a	15,05 a	13,25 a	0,63	0,3284
	Área de pastagem de verão (ha)	5,56 a	5,75 a	5,61 a	5,80 a	0,19	0,9597
	Área para silagem (ha)	12,79 a	8,54 ab	7,57 b	8,68 ab	0,62	0,0459

Utilização do pasto (dias/ano)	311,71	339,08 a	344,54 a	337,12 a	6,30	0,1674
Acesso ao pasto (horas)	5,55 a	4,31 a	5,51 a	4,97 a	0,21	0,1500
Concentrado (kg/vaca/dia)	5,69 a	5,42 a	5,90 a	5,70 a	0,13	0,5834
Silagem (kg/vaca/dia)	18,84 a	19,90 a	18,60 a	18,85 a	0,60	0,8407
Rebanho total (nº de animais)	44,05 a	46,38 a	50,27 a	52,55 a	2,21	0,3886
Vacas em lactação (nº de animais)	25,23 a	25,38 a	26,30 a	28,98 a	1,21	0,5364
Novilhas (n animais)	6,75 b	7,25 ab	9,92 ab	11,25 a	0,64	0,0168
Relação de vacas em lactação no rebanho (%)	55,12 a	54,95 a	53,55 a	55,47 a	0,76	0,8281
Eficiência produtiva do sistema leiteiro (litros/ha)	37,33 a	42,58 a	45,30 a	46,53 a	1,59	0,0968

Apesar de não apresentarem diferença significativa entre a variabilidade dos grupos para produtividade do sistema de produção leiteiro, o incremento na produção de litros de leite por hectare no grupo I ao final do projeto (T3) foi 56% superior aos valores apresentados no ano inicial (T0). Os sistemas dos demais grupos também alcançaram aumentos positivos ao finalizar o PISA, apresentando incrementos de 20% e 25% no volume de leite produzido por hectare.

4. Discussão

As 114 propriedades estudadas apresentaram melhoria nos indicadores produtivos dos seus sistemas após a inserção da metodologia PISA através dos projetos dos quais participaram. De maneira geral, a produtividade por vaca em lactação aumentou de 16,9 para 20,3 litros/vaca/dia, encerrando o projeto com média 45% superior à média do estado (EMATER/RS- ASCAR, 2021).

A eficiência produtiva do sistema leiteiro aumentou em 30%, finalizando o último ano de projeto (T3) produzindo 33,5 litros de leite por hectare (Tabela 2). Apesar de ambas as produtividades aumentarem ano a ano, a diferença significativa ocorre entre os primeiros dois anos analisados (T0 e T1).

O grupo I ingressou no PISA com média de produção individual por vaca em lactação de 10,40 litros/vaca/dia. Esse indicador expressa a eficiência da vaca em se manter cobrindo seus custos e gerando retorno econômico ao produtor. Segundo a EMBRAPA (2019), a maior desistência está entre os produtores que possuem médias de produção individual em 10 litros/vaca/dia. Para as propriedades do grupo I, as estratégias abordadas na metodologia aumentaram sua produção em 51%, encerrando

o projeto com vacas em lactação produzindo 15,76 litros/vaca/dia.

A baixa produtividade da atividade leiteira somada à alta carga de trabalho é um problema comum em propriedades familiares em todo o mundo, tornando um desafio a implementação de novas tecnologias nesses sistemas produtivos (DOGLIOTTI et al., 2014). O aumento da produtividade das vacas em lactação foi decisivo, para a permanência dos produtores, principalmente para os que pertencem ao grupo I. O incremento do volume de leite produzido aumenta a rentabilidade da atividade e, conseqüentemente, proporciona melhor gestão dos recursos financeiros para o desenvolvimento da propriedade.

O aumento na produção individual dos animais (Tabela 2) combinado à queda na quantidade de silagem fornecida aos animais é consequência do manejo do pasto mais eficiente, realizado a partir do conceito do rotatínuo. O manejo a partir da estrutura ótima oportuniza ao animal exercer suas preferências alimentares durante o processo de pastejo (CARVALHO, 2013), aumentando a ingestão de volumoso durante suas refeições no pasto e diminuindo a ingestão de volumoso através da silagem. O aumento no consumo de pasto impacta positivamente o retorno financeiro devido ao menor investimento com a alimentação dos animais (RAMSBOTTOM et al., 2015).

O manejo do pasto a partir da estratégia do rotatínuo promove oferta de pastos mais nutritivos, permitindo que os animais consumam dieta de melhor qualidade (SAVIAN et al., 2020). Segundo (ZUBIETA et al., 2021), a dieta de animais em pastejo no rotatínuo apresentam até 2,5% mais digestibilidade de matéria orgânica e consumo de energia metabolizável quando comparada à dieta de animais manejo rotativo convencional. Essa melhoria nos nutrientes ingeridos pode aumentar o volume de leite produzido pelas vacas (PEYRAUD; DELAGARDE, 2013).

As exigências nutricionais de vacas leiteiras é um desafio em sistemas pastoris, devido às altas demandas energéticas e de proteína requeridas pelos animais (DELABY et al., 2020a). As propriedades aumentaram 0,700 kg/vaca/dia de concentrado fornecido às vacas do rebanho (Tabela 2). No entanto, o grupo III não modificou a quantidade ofertada ao seu rebanho leiteiro, seguindo com a quantidade de 5,7 kg/vaca/dia; os grupos I e II aumentaram, respectivamente, 0,840 e 1,04 kg/vaca/dia (Tabela 4). De modo geral, esse aumento se deve ao ajuste da dieta do rebanho, e a importância do uso do concentrado como uma ferramenta importante para que se mantenha adequada a taxa de lotação das áreas.

O consumo do pasto em condições de estrutura ótima permite que haja redução na quantidade de proteína bruta do concentrado fornecido aos animais do rebanho. Dentre as razões para que se diminua o percentual de proteína bruta estão: (i) redução

do custo do concentrado comprado; (ii) redução na quantidade de nitrogênio excretado pelo animal para o meio ambiente. Manter altos níveis de proteína na suplementação não garante melhor eficiência do nitrogênio no leite, sendo a porcentagem de proteína bruta responsável apenas por 29% da variação na produção de leite (CHASE; HIGGS; VAN AMBURGH, 2009).

Sistemas leiteiros tipicamente à base de pasto, bem manejados, com utilização estratégica de silagem e concentrado, podem atuar como alternativa na redução de riscos de emissões nocivas de N ao meio ambiente (e. g. nitrificação do solo e da água) (PEYRAUD; DELAGARDE, 2013). Além do mais, esses modelos de sistemas de produção mitigam emissões de GEE apresentando baixa produção e intensidade de emissões de CH₄ por parte dos animais (ZUBIETA et al., 2021)

A utilização de pastagens no re-design dos sistemas produtivos leiteiros pode desempenhar outros papéis no ecossistema. As propriedades assistidas aumentaram 31 dias no total de dias de uso de suas pastagens e, particularmente, o grupo I finalizou o programa com 361 dias de uso de suas pastagens (Tabela 2; Tabela 4). Além dos benefícios produtivos já citados, o componente pastoril com manejo adequado, pode melhorar parâmetros químicos, físicos e biológicos do solo, como aumento na matéria orgânica, diminuição da acidez do solo e aumento na diversidade da microbiota do solo (CARVALHO et al., 2018).

Outro fator chave no manejo dos pastos proposto pelo PISA é a estrutura residual pós-pastejo. A quantidade de biomassa residual da forragem influencia na capacidade de retenção de água do solo (CARVALHO et al., 2018). Além disso, é o rebrote mais rápido do pasto, podendo proporcionar maior utilização da pastagem e, provavelmente, um dos fatores que influencia os dias totais de utilização da pastagem. O PISA possibilita que haja diminuição no número de subdivisões na área de pastagem, conseqüentemente, aumentando o tempo de permanência dos animais em uma dada subdivisão e diminuindo o trabalho do produtor rural (VIEIRA, 2015).

A metodologia PISA, com seus pilares na intensificação sustentável, propõe que haja planejamento das áreas disponíveis, tornando-se desnecessária a expansão de terras para que ocorra maior produção de leite. A execução do planejamento foi assertivo e as áreas permaneceram as mesmas ao final dos anos de assistência técnica (Tabela 2). A maior permanência das pastagens nas áreas e plantio direto (manejo do solo preconizado pelo projeto) da lavoura de grãos pode atuar como parâmetro indicativo de menor emissão de CO₂ do solo para atmosfera (MOHAMMED et al., 2022).

Os solos que não apresentam cobertura e as operações de preparo do solo são classificadas como atividades que mais contribuem para as emissões de CO₂ do

solo. Sendo PISA um modelo de produção integrada, o solo atuará como a memória dos diversos processos envolvidos nessas áreas (ANGHINONI; CARVALHO; COSTA, 2013). A relação solo-planta-animal promovida pelo programa, onde o animal atua como catalisador dos processos sinérgicos que ocorrem entre a planta e o solo, pode prover maior resiliência (SZYMCZAK et al., 2020) ao sistema leiteiro, diminuindo o impacto de eventos externos (e. g. estações quentes e com pouca precipitação acumulada) na produção de leite da propriedade.

A composição do rebanho leiteiro é crucial na rentabilidade da atividade leiteira, sendo indicado que o rebanho em sua estrutura contenha 55% de vacas em lactação (ECKSTEIN, 2012). O número total de animais, vacas em lactação e a percentagem de vacas em lactação no rebanho permaneceram iguais, porém o número de novilhas aumentou do T0 para T3 (Tabela 2). Esse aumento pode estar relacionado com estratégia para a reposição de fêmeas no rebanho, oportunizado pelo melhor estado nutricional dos animais. Um rebanho em condições nutricionais e físicas adequadas apresentam maior taxa de parição e menor taxa de mortalidade de nascidos. O aumento no número de nascimentos, conseqüentemente, aumenta o número de novilhas na propriedade (CAMPOS; MIRANDA, 2012).

A adoção das ferramentas, e o conjunto de estratégias propostas, proporciona aos produtores sob assistência do programa, uma maior eficiência produtiva do sistema leiteiro. A melhoria da eficiência é essencial para a sobrevivência das propriedades leiteiras, para mais sem que haja expansão de terras e do rebanho leiteiro. (ÁLVAREZ et al., 2008) concluiu que propriedades que utilizam menos insumos e não expandem seus rebanhos são tão competitivas quanto propriedades que investem em tais estratégias para aumento de produção, sendo fator chave para tal resultado a gestão e o planejamento da propriedade.

A identificação dos grupos configura comportamentos e respostas diferentes dos produtores ao receberem os conhecimentos e tecnologias transmitidas. Os resultados apontam que produtores com menor disponibilidade de recursos de área e insumos externos para alimentação animal (grupo I), apoderaram-se melhor das estratégias propostas pela metodologia, incrementando seus parâmetros produtivos em, aproximadamente, até três vezes.

Os demais grupos identificados podem nos indicar duas diferentes situações: (i) produtores em transição com nível intermediário de recursos disponíveis; (ii) produtores com alto nível de recursos disponíveis. Ambos alcançam aumento de produção, porém ainda demonstram maior dependência de recursos externos, principalmente insumos para alimentação animal. Possivelmente, essa dependência

esteja relacionada a questões de confiança do produtor para com seu técnico de campo, responsável principal em transferir os conhecimentos e inovações a serem executadas no planejamento da propriedade.

Tecnologias de processos, por sua demanda maior em transmitir conhecimento e não um produto em si, tendem a exigir maior treinamento do corpo técnico para que a transferência do técnico para o produtor rural seja realizada de forma simples e objetiva. Esse investimento nos técnicos de campo também garante maior segurança ao produtor no momento da tomada de decisão (BALAINE et al., 2020; BARNES et al., 2019). O técnico é quem conduz as ações individuais e, junto de outros colegas, ações coletivas do projeto. Segundo DOGLIOTTI et al. (2014), apesar da troca de experiências entre produtores ser importante para o desenvolvimento da cadeia local, a figura e presença do técnico é determinante para o sucesso na execução do planejamento e execução do re-design.

A experiência positiva dos produtores ao adotarem uma estratégia de baixo custo que promove aumento no retorno financeiro, desenvolve uma relação de confiança para com o técnico de campo e os demais atores envolvidos. Além disso, é a abertura de caminho para que sejam apresentadas e adotadas outras ferramentas e estratégias, estabelecendo uma visão de longo prazo para construção e execução do planejamento proposto pelo projeto, consolidando a longo prazo tais práticas transmitidas aos produtores (ABADI et al., 2020; HUCKETT, 2010).

A relação e parceria entre iniciativas pública-privada são determinantes no processo de desenvolvimento e aplicação de inovação tecnológicas a campo. No PISA, o Comitê Técnico Gestor (CTG) desempenha diversas funções no andamento do projeto, mas a principal delas é identificar demandas específicas dentro de cada grupo. O CTG é responsável pelo levantamento e articulação das demandas de cada grupo participante, observando as tecnologias e recursos disponíveis. Além do mais, é a partir dele que surge o recurso financeiro a ser aplicado para que os projetos sejam executados a campo.

A necessidade de repensar os sistemas de produção, tornando-os mais sustentáveis, exige o surgimento e o fortalecimento de parcerias público-privadas. A consolidação de práticas, como propostas pelo PISA, são dependentes de quem as executa: produtores rurais. Estes por sua vez, demonstram-se altamente dependentes de motivação pessoal (e. g. retorno financeiro satisfatório) e de bons motivos para a melhorar sua gestão contribuindo de forma concomitante com o meio ambiente, fortalecimento da economia local e conservação de recursos naturais (DELABY et al., 2020b).

5. Conclusão

O adoção da metodologia PISA, através da participação do programa do Juntos para Competir, impacta significativamente no aumento do desempenho das propriedades rurais de bovinocultura de leite no Rio Grande do Sul. O incremento da produtividade, seja individual por vaca em lactação ou por hectare, ocorreu em diferentes grupos de produtores sem que ocorra expansão de área agrícola e aumento no tamanho do rebanho leiteiro.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem ao SEBRAE-RS pelo acesso a base de dados do Rio Grande do Sul. À CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

7. Referências

- ABADI, B. *et al.* The discrimination of adopters and non-adopters of conservation agricultural initiatives in northwest Iran: Attitudinal, soil testing, and topographical modules. **Land Use Policy**, [s. l.], v. 95, p. 104634, 2020.
- ÁLVAREZ, A. *et al.* Does intensification improve the economic efficiency of dairy farms?. **Journal of dairy science**, [s. l.], v. 91, n. 9, p. 3693–3698, 2008.
- ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. de F.; COSTA, S. de A. Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no subtropico brasileiro. **Tópicos em Ciência do Solo**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 325–380, 2013.
- BALAINÉ, L. *et al.* Can technology help achieve sustainable intensification? Evidence from milk recording on Irish dairy farms. **Land Use Policy**, [s. l.], v. 92, 2020.
- BARNES, A. P. *et al.* Influencing incentives for precision agricultural technologies within European arable farming systems. **Environmental Science and Policy**, [s. l.], v. 93, p. 66–74, 2019.
- CARVALHO, P. C. de F. *et al.* Integrating the pastoral component in agricultural systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s. l.], v. 47, 2018.
- CHAPLIN-KRAMER, R. *et al.* Spatial patterns of agricultural expansion determine impacts on biodiversity and carbon storage. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, [s. l.], v. 112, n. 24, p. 7402–7407, 2015.
- CHASE, L. E.; HIGGS, R. J.; VAN AMBURGH, M. E. Feeding low crude protein rations to dairy cows-opportunities and challenges. *In*: , 2009. **Cornell Nutrition Conference For Feed Manufacturers**. [S. l.: s. n.], 2009. p. 220.
- CARVALHO, P. C. F. Harry Stobbs Memorial Lecture: Can grazing behavior support innovations in grassland management?. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 137–155, 2013.
- CARVALHO, P. C. F. *et al.* Reconnecting grazing livestock to crop landscapes:

- reversing specialization trends to restore landscape multifunctionality. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, [s. l.], p. 391, 2021.
- DELABY, L. et al. Pasture-based dairy systems in temperate lowlands: challenges and opportunities for the future. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, Lausanne, v. 4, [art.] 543587, [p. 1-13], 2020.
- DOGLIOTTI, S. et al. Co-innovation of family farm systems: A systems approach to sustainable agriculture. **Agricultural Systems**, [s. l.], v. 126, p. 76–86, 2014.
- ECKSTEIN, I. I. Tipificação dos fatores ligados ao manejo de ordenha e avaliação do seu impacto sobre a qualidade sanitária do leite. [s. l.], 2012.
- EMATER/RS- ASCAR. Relatório socioeconômico da cadeia produtiva do leite no Rio Grande do Sul: 2021. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2021. 64 p. Disponível em: http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/teses/Relatorio%20Cadeia%20do%20Leite%202021.pdf. Acesso em: 22 de março de 2022.
- EMBRAPA. **Anuário Leite 2021: saúde única e total**. São Paulo, Embrapa Gado de Leite, 2021.
- HUCKETT, S. P. **A Comparative study to identify factors affecting adoption of soil and water conservation practices among smallhold farmers in the Njoro River Watershed of Kenya**. [S. l.]: Utah State University, 2010.
- MOHAMMED, S. et al. Soil carbon dioxide emissions from maize (*Zea mays* L.) fields as influenced by tillage management and climate. **Irrigation and Drainage**, [s. l.], v. 71, n. 1, p. 228–240, 2022.
- PEYRAUD, J.-L.; DELAGARDE, R. Managing variations in dairy cow nutrient supply under grazing. **Animal**, [s. l.], v. 7, n. s1, p. 57–67, 2013.
- R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria
- RAMSBOTTOM, G. et al. Factors associated with the financial performance of spring-calving, pasture-based dairy farms. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 98, n. 5, p. 3526–3540, 2015.
- 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.
- SZYMCZAK, L. S. et al. System diversification and grazing management as resilience-enhancing agricultural practices: The case of crop-livestock integration. **Agricultural Systems**, [s. l.], v. 184, p. 102904, 2020.
- VIEIRA, P. C. Impactos do programa PISA-Produção Integrada de Sistemas Agropecuários-em propriedades leiteiras do Rio Grande do Sul. [s. l.], 2015.
- ZUBIETA, A. S. et al. Low-intensity, high-frequency grazing positively affects defoliating behavior, nutrient intake and blood indicators of nutrition and stress in sheep. **Frontiers in Veterinary Science**, [s. l.], v. 8, 2021.

CAPÍTULO III

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de obtermos resultados positivos na produtividade, existe a necessidade de investigar de forma mais objetiva as questões ambientais e sociais do PISA. É de extrema importância que tais pontos sejam analisados a fim de confirmar a metodologia PISA como uma estratégia “win-win”, proporcionando benefícios não apenas ao produtor e demais atores interessados, mas também a sociedade consumidora e a natureza.

A mudança positiva nos indicadores produtivos das propriedades atendidas pelo projeto PISA proporciona maior entendimento sobre a magnitude do impacto em propriedades com metas e recursos individuais. A flexibilidade que a abordagem da metodologia oferece aos seus participantes possibilita que as mesmas ferramentas e propostas de manejo sejam executadas de forma personalizada. Ou seja, a realização do planejamento, e a execução do mesmo, respeita a particularidade e a limitação de cada sistema.

Por fim, a identificação de subgrupos nos grupos formados pelos projetos demonstra que, mesmo que o Comitê Técnico Gestor realize previamente a identificação dos pontos críticos da região a ser trabalhada, conhecer essas categorias torna-se necessário não apenas para direcionar as inovações tecnológicas para a modificação dos sistemas, mas também para entender como os objetivos específicos e a quantidade de diferentes tipos de famílias afetam a disponibilidade de recursos e diversidade locais.

REFERÊNCIAS

- ABADI, B. *et al.* The discrimination of adopters and non-adopters of conservation agricultural initiatives in northwest Iran: Attitudinal, soil testing, and topographical modules. **Land Use Policy**, [s. l.], v. 95, p. 104634, 2020.
- ÁLVAREZ, A. *et al.* Does intensification improve the economic efficiency of dairy farms?. **Journal of dairy science**, [s. l.], v. 91, n. 9, p. 3693–3698, 2008.
- ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. de F.; COSTA, S. de A. Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no subtropico brasileiro. **Tópicos em Ciência do Solo**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 325–380, 2013.
- ARNETH, A. *et al.* Framing and context. *In*: CLIMATE CHANGE AND LAND: AN IPCC SPECIAL REPORT ON CLIMATE CHANGE, DESERTIFICATION, LAND DEGRADATION, SUSTAINABLE LAND MANAGEMENT, FOOD SECURITY, AND GREENHOUSE GAS FLUXES IN TERRESTRIAL ECOSYSTEMS. [S. l.]: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2019. p. 1–98.
- BALAINÉ, L. *et al.* Can technology help achieve sustainable intensification? Evidence from milk recording on Irish dairy farms. **Land Use Policy**, [s. l.], v. 92, 2020.
- BARNES, A. P. *et al.* Influencing incentives for precision agricultural technologies within European arable farming systems. **Environmental Science and Policy**, [s. l.], v. 93, p. 66–74, 2019.
- 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.
- BONAUDO, T. *et al.* Agroecological principles for the redesign of integrated crop–livestock systems. **European Journal of Agronomy**, [s. l.], v. 57, p. 43–51, 2014.
- BUENDIA, C. *et al.* 2019 **Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Geneva: IPCC, 2019.
- CAMILOR, P. J. A dinâmica geoeconômica da comercialização, logística e transporte da cadeia produtiva do leite na Região Sul do Brasil. [s. l.], 2018.
- CARVALHO, P. C. de F. *et al.* Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, [s. l.], v. 38, n. 2001, p. 871, 2001.
- CARVALHO, P. C. de F. *et al.* Integrating the pastoral component in agricultural systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s. l.], v. 47, 2018.
- CHAPLIN-KRAMER, R. *et al.* Spatial patterns of agricultural expansion determine impacts on biodiversity and carbon storage. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, [s. l.], v. 112, n. 24, p. 7402–7407, 2015.
- CHASE, L. E.; HIGGS, R. J.; VAN AMBURGH, M. E. Feeding low crude protein rations to dairy cows-opportunities and challenges. *In*: , 2009. **Cornell Nutrition Conference For Feed Manufacturers**. [S. l.: s. n.], 2009. p. 220.

- CAMPOS, Oriel Fajardo; DE MIRANDA, João Eustáquio Cabral. **Gado de leite: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa; Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2012., 2012.
- CARVALHO, P. C. de F. Harry Stobbs Memorial Lecture: Can grazing behavior support innovations in grassland management?. **Tropical Grasslands-Forrajés Tropicales**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 137–155, 2013.
- CARVALHO, P. C. F. et al. Reconnecting grazing livestock to crop landscapes: reversing specialization trends to restore landscape multifunctionality. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, Lausanne, v. 5, [art.] 750765, [p. 1-11], 2021.
- DELABY, L. et al. Pasture-based dairy systems in temperate lowlands: challenges and opportunities for the future. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, Lausanne, v. 4, [art.] 543587, [p. 1-13], 2020.
- DENARDIN, L. G. de O. et al. Integrated crop–livestock systems in paddy fields: New strategies for flooded rice nutrition. **Agronomy Journal**, [s. l.], v. 112, n. 3, p. 2219–2229, 2020.
- DOGLIOTTI, S. et al. Co-innovation of family farm systems: A systems approach to sustainable agriculture. **Agricultural Systems**, [s. l.], v. 126, p. 76–86, 2014.
- DORAN, J. W. Soil health and global sustainability: translating science into practice. **Agriculture, ecosystems & environment**, [s. l.], v. 88, n. 2, p. 119–127, 2002.
- ECKSTEIN, I. I. Tipificação dos fatores ligados ao manejo de ordenha e avaliação do seu impacto sobre a qualidade sanitária do leite. [s. l.], 2012.
- EMATER/RS- ASCAR. Relatório socioeconômico da cadeia produtiva do leite no Rio Grande do Sul: 2021. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2021. 64 p. Disponível em: http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/teses/Relatorio%20Cadeia%20do%20Leite%202021.pdf. Acesso em: 22 de março de 2022.
- EMBRAPA. **Anuário Leite 2021: saúde única e total**. São Paulo, Embrapa Gado de Leite, 2021.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. An international consultation on integrated crop livestock systems for development: the way forward for sustainable production intensification. Rome: FAO, 2011 . (Integrated Crop Management, v. 13-2010).
- FOLEY, J. A. et al. Solutions for a cultivated planet. **Nature**, [s. l.], v. 478, n. 7369, p. 337–342, 2011.
- GABA, S. et al. Ecology for sustainable and multifunctional agriculture. *In: SUSTAINABLE AGRICULTURE REVIEWS 28*. [S. l.]: Springer, 2018. p. 1–46.
- GABA, S. et al. Multiple cropping systems as drivers for providing multiple ecosystem services: from concepts to design. **Agronomy for Sustainable Development**, [s. l.], v. 35, n. 2, p. 607–623, 2015.
- GARNETT, T. et al. Sustainable intensification in agriculture: premises and policies. **Science**, [s. l.], v. 341, n. 6141, p. 33–34, 2013.

- HADJIPAVLOU, G.; LIGDA, C. (ed.). Addressing the challenges of agro-pastoral farming systems to strengthen their resilience. Zaragoza: CIHEAM/EAAP, 2022 . (Options Méditerranéennes, Serie A: Mediterranean Seminars, no. 129). Disponível em: <https://om.ciheam.org/option.php?IDOM=1040#prettyPhoto>. Acesso em: 24 mar. 2022.
- HUCKETT, S. P. **A Comparative study to identify factors affecting adoption of soil and water conservation practices among smallhold farmers in the Njoro River Watershed of Kenya.** [S. l.]: Utah State University, 2010.
- KUNRATH, T. R. *et al.* Sward height determines pasture production and animal performance in a long-term soybean-beef cattle integrated system. **Agricultural Systems**, [s. l.], v. 177, p. 102716, 2020.
- LEMAIRE, G. *et al.* Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, [s. l.], v. 190, p. 4–8, 2014.
- MARTIN, G.; MARTIN-CLOUAIRE, R.; DURU, M. Farming system design to feed the changing world. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, [s. l.], v. 33, n. 1, p. 131–149, 2013.
- MATTE JÚNIOR , A. A.; JUNG, C. F. Produção leiteira no Brasil e características da bovinocultura leiteira no Rio Grande do Sul. **Ágora**, Santa Cruz do Sul, v. 19, n. 1, p. 34–47, 2017.
- MOHAMMED, S. *et al.* Soil carbon dioxide emissions from maize (*Zea mays* L.) fields as influenced by tillage management and climate. **Irrigation and Drainage**, [s. l.], v. 71, n. 1, p. 228–240, 2022.
- MONTOYA, D. *et al.* Reconciling biodiversity conservation, food production and farmers' demand in agricultural landscapes. **Ecological Modelling**, [s. l.], v. 416, 2020.
- MONTOYA, M. A.; BERTUSSI, L. A. S.; FINAMORE, E. B. Aspectos Econômicos e Ambientais na Cadeia Leite do Brasil: uma abordagem insumo-produto da renda, emprego, consumo de energia e emissões de CO₂. Passo Fundo: UPF, 2019. (Textos para Discussão, n. 09/2019).
- PETERSON, C. A. *et al.* Winter grazing does not affect soybean yield despite lower soil water content in a subtropical crop-livestock system. **Agronomy for Sustainable Development**, [s. l.], v. 39, n. 2, p. 26, 2019.
- PEYRAUD, J.-L.; DELAGARDE, R. Managing variations in dairy cow nutrient supply under grazing. **Animal**, [s. l.], v. 7, n. s1, p. 57–67, 2013.
- POTAPOV, P. *et al.* Global maps of cropland extent and change show accelerated cropland expansion in the twenty-first century. **Nature Food**, [s. l.], 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.
- PRETTY, J. *et al.* Global assessment of agricultural system redesign for sustainable intensification. **Nature Sustainability**, [s. l.], v. 1, n. 8, p. 441–446, 2018.
- PROST, L. *et al.* Designing agricultural systems from invention to implementation: the

- contribution of agronomy. Lessons from a case study. **Agricultural systems**, [s. l.], v. 164, p. 122–132, 2018.
- RAMSBOTTOM, G. *et al.* Factors associated with the financial performance of spring-calving, pasture-based dairy farms. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 98, n. 5, p. 3526–3540, 2015.
- REINSCH, T. *et al.* Toward specialized or integrated systems in Northwest Europe: On-farm eco-efficiency of dairy farming in Germany. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, Lausanne, v. 5, [art.] 614348, [p. 1-20], 2021.
- RUVIARO, C. F. *et al.* Life cycle cost analysis of dairy production systems in Southern Brazil. **Science of The Total Environment**, [s. l.], v. 741, p. 140273, 2020.
- 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.
- SILVA, A. C. da. Diagnóstico da cadeia produtiva de leite bovino na cidade de Santana do Ipanema: estudo de caso da associação PRODULEITE. [s. l.], 2017.
- SOUSSANA, J. F. *et al.* Matching policy and science: Rationale for the ‘4 per 1000 - soils for food security and climate’ initiative. **Soil and Tillage Research**, [s. l.], v. 188, p. 3–15, 2019.
- SOUZA FILHO, W. *et al.* Mitigation of enteric methane emissions through pasture management in integrated crop-livestock systems: trade-offs between animal performance and environmental impacts. *Journal of Cleaner Production*, Amsterdam, v. 213, p. 968–975, 2019.
- STOATE, C. *et al.* Ecological impacts of arable intensification in Europe. **Journal of environmental management**, [s. l.], v. 63, n. 4, p. 337–365, 2001.
- SUBBARAO, G. V. *et al.* Nitrogen management in grasslands and forage-based production systems—Role of biological nitrification inhibition (BNI). **Tropical grasslands-forrajes tropicales**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 168–174, 2013.
- SZYMCZAK, L. S. *et al.* System diversification and grazing management as resilience-enhancing agricultural practices: The case of crop-livestock integration. **Agricultural Systems**, [s. l.], v. 184, p. 102904, 2020.
- THOMSON, A. M. *et al.* Sustainable intensification in land systems: trade-offs, scales, and contexts. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, [s. l.], v. 38, p. 37–43, 2019.
- TITTONELL, P. Food security and ecosystem services in a changing world: It is time for agroecology. *In:* , 2014. **Anais [...]**. [S. l.]: FAO, 2014.
- VIEIRA, P. C. Impactos do programa PISA-Produção Integrada de Sistemas Agropecuários-em propriedades leiteiras do Rio Grande do Sul. [s. l.], 2015.
- 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.


ZUBIETA, A. S. *et al.* Low-intensity, high-frequency grazing positively affects defoliating behavior, nutrient intake and blood indicators of nutrition and stress in sheep. **Frontiers in Veterinary Science**, [s. l.], v. 8, 2021.

APÊNDICE

Apêndice 1. Questionário digital “Diagnóstico”, aplicado anualmente nas propriedades atendidas pelos projetos PISA.

Estrutura do Diagnóstico PISA

Structure of PISA diagnostic survey

 Diagnóstico Propriedades PISA <i>Diagnostic survey of PISA Farms</i>			
Temática <i>Theme</i>	Classe de Indicadores <i>Indicator category</i>	Número <i>Number</i>	Questões <i>Questions</i>
Estrutura familiar <i>Family structure</i>	Identificação da planilha <i>Spreadsheet identification</i>	12	1 a 12
	Dependentes da família na propriedade <i>Family members that rely on farming income</i>	6	13 a 18
Uso da terra <i>Land Use</i>	Uso da terra <i>Land use</i>	10	19 a 28
	Plantio direto <i>No-till</i>	2	29 e 30
	Utilização das pastagens <i>Pasture utilization</i>	37	31 a 67
	Preservação <i>Preservation</i>	10	68 a 77
	Manejo do solo <i>Soil management</i>	7	78 a 84
	Manejo da pastagem <i>Pasture management</i>	4	85 a 88
Características do Rebanho <i>Herd characteristics</i>	Composição do rebanho <i>Herd structure</i>	25	89 a 113
	Composição genética <i>Herd genetic composition</i>	3	114 a 116
	Estado nutricional <i>Nutritional status</i>	12	117 a 128
	Animais descartados e comprados <i>Culled and purchased animals</i>	5	129 a 133
	Outras criações <i>Other livestock species</i>	11	134 a 144
	Ambiente produtivo <i>Productive environment</i>	Infraestrutura produtiva <i>Productive infrastructure</i>	7
Produção e venda de leite <i>Milk production and selling</i>		15	152 a 166
Associatividade <i>Associativity</i>		4	167 a 170
Função dos membros da família <i>Role of family members</i>		3	171 a 173
Manejo da ordenha <i>Milking management</i>	Manejo da ordenha <i>Milking management</i>	9	174 a 182
Manejo nutricional <i>Nutritional management</i>	Manejo da alimentação <i>Feeding management</i>	14	182 a 195
	Tempo de trabalho <i>Workload</i>	13	196 a 208
Manejo Reprodutivo e Sanitário <i>Reproductive and sanitary management</i>	Manejo reprodutivo <i>Reproductive management</i>	8	209 a 216
	Manejo sanitário <i>Sanitary management</i>	12	217 a 228
Melhorias de vida <i>Wellbeing improvement</i>	Metas <i>Goals</i>	13	229 a 241

Apêndice 2. Tabela com o delta das variáveis dos grupos identificados, EPM e P-valor.

Variável	Grupo I	Grupo II	Grupo III	EPM	P valor
Área destinada a pecuária leiteira (ha)	0,30	-1,22	-0,25	0,97	0,8522
Área de pastagem de inverno (ha)	-0,36	0,28	0,85	0,53	0,6880
Área de pastagem de verão (ha)	-0,83	0,58	0,06	0,31	0,1644
Area para silagem (ha)	-0,69	0,19	-3,00	0,55	0,2659
Utilização do pasto (dias/ano)	49,03	22,15	17,05	7,05	0,3480
Acesso ao pastejo (horas)	0,15	-0,25	-0,24	0,28	0,9764
Vacas lactantes (nº animais)	1,53	2,23	3,75	0,64	0,6482
Novilhas (nº animais)	0,18 b	3,41 a	4,05 a	0,79	0,0136
Rebanho total (nº animais)	0,07 b	3,92 ab	8,18 a	1,42	0,0464
Ração (kg/vaca/dia)	0,85	1,01	0,13	0,20	0,3015
Silagem (kg/vaca/dia)	-5,54	-1,70	-0,04	0,95	0,1397
Eficiência produtiva do sistema leiteiro (litros/ha)	9,56	5,36	9,39	1,53	0,1015

VITA

Débora Rubin Machado, filha de Luiz Roberto Machado e Márcia Pereira Rubin, nascida em 02 de dezembro de 1990, em Porto Alegre/RS. Coursou o ensino fundamental na E.E.E.F. Prudente de Moraes em Porto Alegre/RS e o ensino médio na E.E.M. Eng Annes Gualberto, na cidade de Imbituba/SC. Em 2014, ingressou no curso de Zootecnia, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em Porto Alegre/RS. Durante os anos do curso desenvolveu atividades de pesquisa nos laboratórios de Ecologia Quantitativa, Melhoramento Genético e Ecologia do Pastejo/GPEP, sob orientação dos respectivos professores Valério Pillar De Patta, José Braccini e Paulo César de Faccio Carvalho. Formou-se em Zootecnia em março de 2020 e em abril do mesmo ano ingressou no Mestrado em Produção Animal pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – UFRGS, sob orientação do Prof. Dr. Paulo César de Faccio Carvalho.