

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PERCEPÇÃO, INTENÇÃO E INDISSOCIABILIDADE
TECNOLÓGICA NO USO DE CONCENTRADO EM
SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE NO ESTADO DO
PARANÁ-BR

Autor: Pedro Gustavo Loesia Lima
Orientador: Prof. Dr. Ferenc Istvan Bánkuti
Coorientador: Prof. Dr. João Augusto Rossi Borges

MARINGÁ
Estado do Paraná
fevereiro – 2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PERCEPÇÃO E INTENÇÃO DE PRODUTORES RURAIS
NO USO DE CONCENTRADO EM SISTEMAS DE
PRODUÇÃO DE LEITE

Autor: Pedro Gustavo Loesia Lima
Orientador: Prof. Dr. Ferenc Istvan Bánkuti
Coorientador: Prof. Dr. João Augusto Rossi Borges

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de concentração Produção Animal.

MARINGÁ
Estado do Paraná
fevereiro – 2021



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PERCEPÇÃO, INTENÇÃO E INDISSOCIABILIDADE
TECNOLÓGICA NO USO DE CONCENTRADO EM
SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE NO ESTADO DO
PARANÁ-BR

Autor: Pedro Gustavo Loesia Lima
Orientador: Prof. Dr. Ferenc Istvan Bankuti

TITULAÇÃO: Doutor em Zootecnia - Área de Concentração Produção
Animal

APROVADO em 25 de fevereiro de 2021.

Prof. Dr. Julio Cesar Damasceno

Prof. Dr. Andre Rozemberg
Peixoto Simões

Prof^a Dr^a Fernanda Carolina
Ferreira

Prof. Dr. Julio Barcellos

Prof. Dr. Ferenc Istvan Bankuti
Orientador

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

L732p

Lima, Pedro Gustavo Loesia

Percepção, intenção e indissociabilidade tecnológica no uso de concentrado em sistemas de produção de leite no Estado do Paraná - Br / Pedro Gustavo Loesia Lima. -- Maringá, PR, 2021.

119 f.figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Ferenc Istvan Bánkuti.

Coorientador: Prof. Dr. João Augusto Rossi Borges.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2021.

1. Produção de leite - Paraná. 2. Teoria do Comportamento Planejado. 3. Tecnologia - Genética de animais. 4. Sistema Agroindustrial do Leite. 5. Ruminantes - Nutrição - Concentrado. I. Bánkuti, Ferenc Istvan, orient. II. Borges, João Augusto Rossi, coorient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. IV. Título.

CDD 23.ed. 636.2142

À minha mãe, Claudilene Benedita Loesia.

À minha irmã, Isabela Loesia Lima.

Ao meu avô, Oscar dos Santos Lima (*in memoriam*).

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por me dar forças e sabedoria até aqui;

À Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade da realização do meu doutorado.

Ao Orientador e amigo, Prof. Dr. Ferenc Istvan Bánkuti, por toda inspiração, orientação, ensinamentos. Ao longo desses anos, foi uma das pessoas que mais contribuiu para o meu crescimento profissional e pessoal. Obrigado Professor!

Ao meu Coorientador, Prof. Dr. João Augusto Rossi Borges, por aceitar me coorientar e não medir esforços para o desenvolvimento deste trabalho. Mesmo que à distância, contribuiu imensamente e me inspirou profissionalmente.

Ao Prof. Dr. Julio Cesar Damasceno, por passar os conhecimentos sem reservas, acreditar nas minhas ideias e somar de maneira brilhante.

Aos Produtores de leite do Estado do Paraná, por abrirem as porteiras e contribuírem com esse trabalho.

Ao Grupo de Inteligência em Sistema de Produção Animal e Ambiental (GISPA) e aos amigos Raine Martinelli, Vinicius Donizeti e Rosa Tonet. Foram momentos de muito aprendizado.

Ao amigo Kleves Almeida, pela indicação ao estágio de pesquisa na University of Florida – EUA.

Em especial quero agradecer à Daniela Sala que sempre esteve ao meu lado. Também, aos amigos Filipe Araujo, Fernando Jacovaci, Jailton Bezerra, Jakeline Fernandes, que sempre apoiaram nesta carreira.

BIOGRAFIA

Pedro Gustavo Loesia Lima, filho de Claudilene Benedita Loesia e Jan Claudio Ribeiro Lima, nascido em Ubiratã, Paraná, no dia 04 de março de 1993.

Concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, na cidade de Aquidauana-MS, em 2015, sob orientação do Prof. Dr. Marcus Vinicius Morais de Oliveira.

Em março de 2016, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, nível de Mestrado, área de concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá, concluindo em fevereiro de 2018, sob orientação do Prof. Dr. Julio Cesar Damasceno e coorientado pelo Prof. Dr. Ferenc Istvan Bánkuti.

Em março de 2018, iniciou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá em nível de Doutorado, na área de concentração Produção Animal, sob orientação do Prof. Dr. Ferenc Istvan Bánkuti e coorientado pelo Prof. Dr. Augusto Rossi Borges. Em 14 de novembro de 2019 foi aprovado no Exame Geral de Qualificação.

Em 03 de janeiro de 2020 foi estagiário de pesquisa na Univerisity of Florida participando da pesquisa desenvolvida na River Ranch Dairy Farm em Hanford no Estado da Califórnia, sob supervisão do Prof. Dr. Corwin Nelson.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
I. INTRODUÇÃO.....	13
II. OBJETIVOS GERAIS.....	15
III. Revisão de Literatura	16
1. Sistemas de Produção de leite no Brasil	16
2. Sistemas de Produção de leite no Estado do Paraná	18
3. Alimentos da dieta	20
4. Maior participação do volumoso na dieta de vacas em lactação	21
5. Maior participação de concentrado na dieta de vacas em lactação.....	22
6. Relação entre a genética das vacas e a oferta de concentrado	23
6.1- Tecnologias para incrementar a genética dos animais	25
7. Aspectos sistêmicos da oferta de concentrado.....	26
8. Uso de concentrado e o impacto econômico-financeiro	27
9. Impacto da oferta de concentrado sobre a produção de proteína de origem animal e uso da terra	29
10. Influência da oferta de concentrado sobre efeitos ambientais.....	31
11. Cuidados a serem observados com a maior oferta de concentrado.....	32
12. Teoria do comportamento Planejado	33
13. Modelagem de equações estruturais por mínimos quadrados parciais (PLS-SEM)	35
Referências	38
IV. Capítulo 1. Fatores de intensificação do uso de grãos na dieta de vacas, a partir da percepção do produtor rural sobre as características do sistema leiteiro. <i>Factors influencing concentrate feeding: Dairy farmers' perceptions of dairy production system characteristics and market relations</i>	47
Abstract:.....	48
1. Introdução.....	49

2. Conceptual framework	50
3. Material e métodos	53
Descrição da área	53
Amostragem	54
Variáveis coletadas e suas aplicações	55
Análises estatísticas.....	57
Partial-Least-Square Structural Equation Modeling (PLS-SEM).....	58
4. Resultados.....	59
5. Discussão	61
6. Conclusão.....	66
7. Acknowledgments	66
8. Referências.....	67
V. Capítulo 2. Fatores sociopsicológicos e a intenção de maior uso de grãos na alimentação de vacas leiteiras. <i>Socio-psychological factors influencing dairy farmers’ intention to adopt high-grain feeding.</i>	74
Resumo:	74
Abstract:.....	75
1. Introdução	76
2. Material e Métodos.....	79
Teoria do Comportamento Planejado – TCP	79
Medição e Amostragem	81
Análise Estatística	83
Triagem dos Dados	84
3. Resultados.....	84
Análise Descritivas.....	84
Modelo PLS-SEM.....	86
4. Discussão	89
5. Conclusões.....	91
6. Referências	92
VI. Capítulo 3. Indissociabilidade de tecnologias e o impacto na produtividade em sistemas de produção de leite no Brasil. <i>Inseparability of technologies and the impact on productivity in milk production systems in Brazil.</i>	96
Resumo:	96
Abstract:.....	97
1. Introdução	97
2. Material e Métodos.....	100

Análise estatística.....	102
3. Resultados.....	104
4. Discussão.....	109
5. Conclusão.....	113
6. Referências.....	114
VII. CONCLUSÃO GERAL.....	119

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Compilação de trabalhos que estudaram as características sociodemográficas e produtivas de sistemas de produção de leite no Estado do Paraná	19
Tabela 2. Descrição das variáveis coletadas	56
Tabela 3. Análise descritiva das características sociodemográficas, estruturais e produtivas da amostra.	59
Tabela 4. Cargas fatoriais padronizadas (em negrito), Cronbach's alpha, Rho A, Variância média extraída (AVE) e Confiabilidade de construção (CR) do modelo de medição	59
Tabela 5. Critério de Fornell-Lacker e Heterotrait-Monotrait (HTMT).....	60
Tabela 6. Resultados do modelo estrutural.....	61
Tabela 7. Afirmações e escalas utilizadas para mensurar os construtos da teoria do comportamento planejado.....	82
Tabela 8. Análise Descritiva.....	85
Tabela 9. Porcentagem que os respondentes marcaram para cada um dos números na escala de 1 a 5 utilizada para mensurar os construtos.....	85
Tabela 10. Cargas fatoriais padronizadas ¹ , Cronbach's alpha, Rho A, Variância média extraída (AVE) e Confiabilidade de construção (CR) do modelo de medição.....	87
Tabela 11. Critério de Fornell-Lacker e Heterotrait-Monotrait (HTMT).	87
Tabela 12. Resultados do modelo estrutural.....	88
Tabela 13. Variáveis de tecnologias utilizadas nos sistemas de produção de leite estudados.....	101
Tabela 14. Cargas fatoriais, comunalidades e medidas dos fatores rotacionados extraídos pela análise fatorial exploratória	105
Tabela 15. Estimativas dos parâmetros das análises de regressão linear múltipla entre as medidas de produtividade e os fatores de tecnologia.	108

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Produção de leite por região brasileira em 2017. Fonte: (IBGE, 2018).....	17
Figura 2: Modelo teórico da Teoria do Comportamento Planejado. Adaptado de (Ajzen, 1991).....	34
Figura 3: Conceitual teórico. Elaborado pelos autores.	53
Figura 4: Cargas fatoriais padronizadas e coeficientes de trajetória do modelo estrutural. Círculos cinza representam os construtos latentes. As setas representam relacionamentos de dependência. O coeficiente de determinação é apresentado dentro do círculo.	61
Figura 5: Estrutura conceitual baseada na Teoria do Comportamento Planejado usada para os objetivos deste estudo. Adaptado de (Ajzen, 1991)	80
Figura 6: Cargas fatoriais padronizadas e coeficientes de trajetória do modelo estrutural final com base na TPB. Círculos de cor cinza representam construtos latentes com efeito significativos e o de cor branca efeito insignificante, as setas representam as relações de dependência. Valor dentro do círculo representa o coeficiente de determinação.....	89

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho analisar os fatores que influenciam o uso de concentrado em sistemas de produção de leite tendo como ponto de partida a percepção, e a intenção do produtor rural. Além disso, buscou-se analisar as relações entre os aspectos tecnológicos e o impacto no sistema produtivo. A pesquisa foi realizada com 155 produtores de leite localizados do Estado do Paraná, Brasil. Utilizou-se a Modelagem de Equações Estruturais por Mínimos Quadrados Parciais (PLS-SEM), análise fatorial exploratória (EFA) e a regressão múltipla para análise dos dados. A Teoria do Comportamento Planejado foi utilizada como embasamento teórico para identificar a intenção dos produtores. O uso de concentrado em sistemas de produção de leite foi determinado principalmente pela genética do rebanho, aporte tecnológico para aprimoramento genético (Genética) e pela relação do produtor rural com o laticínio (Mercado). Os resultados também demonstraram que a percepção do produtor quanto a gestão de custos e controle de índices zootécnicos (Gestão), o tipo de forragem e a percepção da capacidade própria do produtor rural em ofertar forragens aos animais (Volumoso) influenciam o uso de concentrado. A intenção dos produtores de leite em aumentar a oferta de grãos foi determinada, principalmente por suas avaliações positivas da adoção do aumento do uso de grãos para vacas em lactação (atitude) e pelas percepções positivas sobre sua própria capacidade de aumentar o uso de grãos (controle comportamental percebido) no sistema de produção. As percepções dos produtores quanto a pressão social (norma subjetiva), não tiveram efeito sobre a intenção dos produtores em aumentar o uso de grãos na dieta das vacas em lactação. Quanto as relações entre o uso de tecnologias, foi encontrado que a composição genética do rebanho, estratégias reprodutivas e de suplementação nutricional, por meio de oferta de concentrado - fator “Genética & Reprodução & Concentrado” são tecnologias indissociáveis nos sistemas de produção de leite estudados.

Palavras-chave: Adoção tecnológica, fazenda de leite, modelagem de equações estruturais, produção de leite, teoria do comportamento planejado.

ABSTRACT: The objective of this work was to analyze the factors that influence the use of concentrate in milk production systems, taking as a starting point the perception and intention of rural producer as well as the relationships between the use of other technologies. The research was carried out with 155 milk producers located in the State of Paraná, Brazil. Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM), exploratory factor analysis (EFA) and multiple regression were used for data analysis. The Theory of Planned Behavior was used as a theoretical basis to identify the producers' intentions. The use of concentrate in milk production systems was mainly determined by the genetics of the herd, technological input for genetic improvement (Genetics) and the relationship between the rural producer and the dairy (Market). The results also showed that the producer's perception of cost management and control of zootechnical indexes (Management), the type of forage and the perception of the farmer's own ability to offer fodder to animals (Forage) influence the use of concentrate. Milk producers' intention to increase grain supply was mainly determined by their positive evaluations to increase grain use for lactating cows (attitude) and by positive perceptions of their own ability to increase grain use (control behavioral behavior) in the production system. Producers' perceptions of social pressure (subjective norm) had no effect on producers' intention to increase the use of grains in diet of lactating cows. As for the relationships between the use of technologies, it was found that the genetic composition of the herd, reproductive strategies, and nutritional supplementation, through the supply of concentrate - factor "Genetics & Reproduction & Concentrate" are inseparable technologies in the milk production systems studied.

Keywords: Technological adoption, dairy farm, structural equation modeling, milk production, theory of planned behavior.

I. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos os sistemas de produção animal têm enfrentado grandes desafios para produção sustentável. Estes desafios, incluem as fortes pressões para o aprimoramento dos métodos de produção, que visam a redução dos impactos ambientais e uso eficiente das terras agricultáveis (Mottet et al., 2017; Smith et al., 2017). Somado a esses fatores, há o crescente aumento da população humana, que impulsiona a demanda global por alimentos de origem animal (FAO, 2017; Britt et al., 2018). Diante disso, destaca-se a importância dos sistemas de produção de grandes ruminantes, pois estes contribuem com a maior parte para o suprimento da demanda global de alimentos de origem animal (Mottet et al., 2017).

O Brasil ocupa posição importante no âmbito mundial em produção de alimentos para consumo humano e está entre os países que mais produzem alimentos de origem animal no mundo (FAOSTAT, 2018). Entre os alimentos produzidos no Brasil, a produção de leite apresenta ampla representatividade. O Brasil é o quinto maior produtor de leite do mundo, ficando atrás da Índia, União Europeia, Estados Unidos, China e Paquistão, com um rebanho de vacas para a produção de leite de aproximadamente 17,10 milhões de cabeças. A partir deste rebanho, produziu-se 33,50 milhões de toneladas de leite no ano de 2017, representando 4,13% da produção global (810,65 milhões de toneladas) (FAO, 2018; IBGE, 2018).

Embora o Brasil seja um dos principais produtores de leite no Mundo, os sistemas de produção de leite (SPL) brasileiros são marcados pela baixa escala de produção e ineficiência dos métodos produtivos, provocando a baixa produtividade dos sistemas (Paixão et al., 2017; Bánkuti and Caldas, 2018; Britt et al., 2018). Entretanto, o Brasil se encontra na lista dos países que terão maior contribuição para o suprimento da demanda global de produtos lácteos em 2065 e terá grandes oportunidades para exportação (Britt et al., 2018). Essas projeções mostram que no futuro, o número de fazendas de leite diminuirá e terá aumento no tamanho dos rebanhos, com a utilização de vacas de maior produtividade.

Porém, para que isso ocorra, faz-se necessário ajustes nos métodos de produção, por meio da maior utilização de conhecimento e de tecnologias para o desenvolvimento de vacas leiteiras mais

especializadas e fazendas mais produtivas e sustentáveis (Britt et al., 2018; Simões et al., 2019). A adoção de tecnologias no meio rural tem se mostrado importante para o aumento de produtividade (Smith et al., 2017), principalmente em terras já exploradas (Mottet et al., 2017), sendo considerada uma das principais causas do desenvolvimento, principalmente em países em desenvolvimento (Morrison et al., 2008; Janssen and Swinnen, 2017). A adoção de tecnologia por produtores rurais tende a aumentar a competitividade dos sistemas produtivos, representando, portanto, um importante mecanismo de apoio à geração de renda e de estímulo à manutenção de famílias em áreas rurais (Nicholson et al., 2018; Beber et al., 2019).

Além da tecnologia, estratégias para o aprimoramento do manejo nutricional que voltada para a maior oferta de nutrientes aos animais é considerada como fator-chave, para o aumento da produtividade nos SPL (Nicholson et al., 2018; Rivas et al., 2019). Neste aspecto, a maior inclusão de concentrado na dieta dos animais é uma importante técnica nutricional, dada sua rápida resposta em aumento de produtividade por animal (Bath, 1985; Jiao et al., 2014; Llanos et al., 2018). Essa estratégia, tem proporcionado também, o melhor uso das terras por meio do aumento da produtividade por área das fazendas (Resende et al., 2016; Mottet et al., 2017; Nicholson et al., 2018). Além disso, a maior oferta de concentrado aos animais, tem sido associada com a maior lucratividade (Resende et al., 2016; Llanos et al., 2018; Kühn et al., 2020).

Embora o aumento da oferta de concentrado aos animais de produção apresente resultados positivos na produtividade e maior lucratividade dos sistemas, a oferta de concentrado nos SPL ainda é limitada (FAO et al., 2014; Silva et al., 2019). Em países como Estados Unidos e Argentina a participação dos grãos na dieta total das vacas é a cerca de 40%, duas vezes mais do que é ofertado no Brasil (20%). Esses países atingem produtividade de 7.000 a 9.000 kg de leite/ vaca/ano (FAO et al., 2014), aproximadamente 4 vezes mais que a produtividade do rebanho brasileiro, que é estimada em 1963 litros/vaca/ano (IBGE, 2018).

Embora se entenda que a decisão de ofertar maior quantidade de concentrado aos animais possa ser influenciada por um conjunto grande de variáveis internas e externas aos sistemas de produção, a interpretação destas variáveis e as ações que serão tomadas dependem da percepção do produtor rural (Becker et al., 2018; Hyland et al., 2018). A percepção e as ações adotadas em sistemas de produção têm sido constantemente avaliadas, dada sua importância para definição de estratégias e políticas públicas para os diversos setores agropecuários (Ferenhof et al., 2019; Foguesatto et al., 2019; Bánkuti et al., 2020). Porém, até o momento, não há trabalhos que busquem analisar a percepção de produtores sobre o uso de concentrado em sistemas leiteiros no Brasil.

II. OBJETIVOS GERAIS

Considerando as vantagens do uso de concentrado em sistemas de produção de leite e a exploração limitada dessa estratégia no Brasil, objetivou-se com este trabalho analisar os fatores que influenciam o uso de concentrado em sistemas de produção de leite tendo como ponto de partida a percepção do produtor rural diante de características internas ao sistema de produção e de sua relação com a indústria de laticínios. Avaliou-se também, a influência de fatores sociopsicológicos sobre a intenção dos produtores em aumentar a oferta de concentrado às vacas em lactação. Por fim, foram analisadas relações entre aspectos tecnológicos e seus impactos nos sistemas produtivos. Por meio desses achados, buscou-se entender as estratégias de adoção tecnológica tomadas pelo produtor rural a fim de subsidiar ações para a maior inclusão de concentrado em sistemas de produção de leite.

III.Revisão de Literatura

1. Sistemas de Produção de leite no Brasil

O sistema agroindustrial do leite brasileiro, possui fundamental contribuição econômica e social para agronegócio nacional, permitindo a criação de empregos na zona rural e a geração de renda para grandes e pequenos produtores (Vilela et al., 2017; Rocha et al., 2018). Este setor tem proporcionado a fixação de pessoas no campo, reduzindo o êxodo rural e evitando a superpopulação nas cidades (Vilela et al., 2017; IBGE, 2018; Rocha et al., 2018), contribuindo desta forma, para a redução do desemprego e da exclusão social.

O leite é considerado importante produto da indústria alimentar brasileira, o qual tem representativa contribuição em elevar a economia nacional (Vilela et al., 2017; Rocha et al., 2018). Este produto possui um dos maiores faturamentos líquidos e está entre os produtos pecuários que mais influenciam o valor bruto de produção (VBP) nacional (ABIA, 2018; Brasil, 2019). O VBP deste segmento, teve participação de 17,15% de todo o faturamento bruto da produção pecuária nacional, representando 31,94 bilhões de reais em 2018, ficando atrás apenas do sistema agroindustrial - SAI da carne bovina e de aves (Brasil, 2019). A indústria de laticínios apresentou faturamento líquido de 68,70 bilhões de reais no ano de 2018, ficando atrás dos derivados de carne; os beneficiados de café, chá e cereais; e açúcares (ABIA, 2018).

Desta forma, o volume de leite produzido no Brasil tem apresentado comportamento crescente ao longo dos anos e a produção está distribuída em todas as regiões brasileiras. A região Sul do Brasil é aquela de maior participação da produção nacional, a cerca de 35,7%, montante esse, que representou aproximadamente 12 bilhões de litros de leite, em 2017. Seguido da região Sul, encontra-se a região Sudeste com produção de 11,45 bilhões de litros de leite, representando 34,2% do volume de leite produzido no país. As demais regiões possuem menor participação na produção nacional: Centro-Oeste (11,9%); Nordeste (11,6%) e Norte (6,6%) (Figura 1).

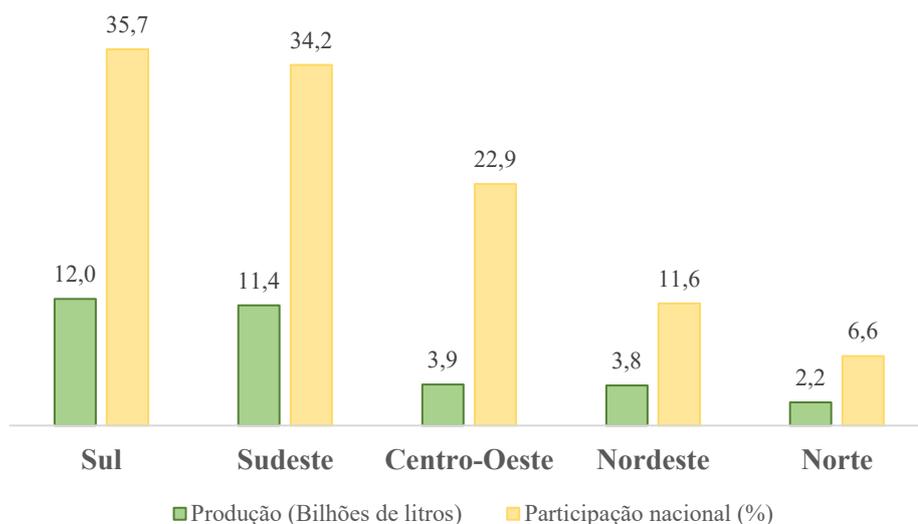


Figura 1: Produção de leite por região brasileira em 2017. Fonte: (IBGE, 2018).

O tamanho territorial e as divergências climáticas fazem com que os sistemas de produção de leite brasileiros sejam marcados pela heterogeneidade. As diversidades abrangem: o tipo de sistema de criação, padrão racial das vacas, escala de produção, dimensão dos sistemas, tipos de equipamentos e técnicas produtivas (Vilela et al., 2017; IBGE, 2018). Esta variabilidade se estende às características sociais como idade, anos de experiência e formação escolar do produtor rural (Jung and Matte Júnior, 2017; Vilela et al., 2017; Maia et al., 2018).

Os sistemas especializados que possuem maior aporte tecnológico, possuem maior escala de produção (Costa et al., 2012; Bánkuti and Caldas, 2018; Simões et al., 2019). Produtores desses SPL buscam atender as normativas nacionais para obterem benefícios e melhorias na comercialização de seus produtos, recebendo mais pelo volume e qualidade do leite transacionado (Beber et al., 2019). Já os sistemas familiares são marcados pela menor área e embora apresentem menor escala de produção, estes são responsáveis por mais da metade da produção nacional (Vilela et al., 2017; Maia et al., 2018).

A baixa produtividade é considerada um dos principais fatores que reduzem a competitividade dos sistemas de produção de leite, estando associada com a baixa adoção de tecnologias, escala de produção insuficiente e menor eficiência dos meios de produção (Beber et al., 2019). De acordo com Nicholson *et al.* (2018) em cenários de maiores adoção de tecnologias e estratégias que visam melhorar o manejo nutricional dos animais e o padrão genético do rebanho, os sistemas de produção de leite brasileiros poderão aumentar a produtividade e melhorar a economia dos sistemas, atribuindo maior competitividade e favorecendo toda a cadeia produtiva do leite no Brasil.

2. Sistemas de Produção de leite no Estado do Paraná

A região Sul do Brasil, possui maior representatividade na produção nacional de leite, e ao longo dos anos, alcançou a melhor produtividade entre as regiões brasileiras (3284 litros/vaca/ano), bem superior à média nacional de 1963 litros/vaca/ano (IBGE, 2018). Composto a região Sul do país, o Estado do Paraná é o segundo maior produtor da região Sul, respondendo por 13,13% (4,40 bilhões de litros) da produção nacional em 2017 (IBGE, 2018).

O Estado conta com ampla rede de Indústrias de laticínios já instaladas e consolidadas, que facilitam o processamento, venda e a negociação do leite em diversos mercados. Porém, os laticínios têm apresentado ociosidade elevada (43,10%), pela baixa oferta de leite por produtores. O Estado ainda possui forte demanda do mercado interno somado ao aumento crescente do consumo *per capita*, principalmente por leite *Ultra High Temperature* (UHT) (Baptista et al., 2011).

A produção de leite tem se mostrado uma importante atividade para o sustento dos produtores, principalmente em SPL que possuem menor dimensão (Brito et al., 2015b; IBGE, 2018). Os SPL são caracterizados pela heterogeneidade de produção e aspectos sociais do tomador de decisão. Estes são em sua maioria, diferenciados pelo nível de aporte tecnológico e de produção, sendo qualificados por possuírem pouca disponibilidade de terras para produção, por utilizarem predominantemente a mão de obra familiar e os sistemas de produção a pasto. A grande maioria dos produtores rurais possui baixa escolaridade e estão na faixa etária próxima dos 50 anos (Bazotti et al., 2012; Brito et al., 2015a; Neumann et al., 2016; Zympel et al., 2016; Bánkuti et al., 2018, 2020; Defante et al., 2019) (Tabela 1).

Tabela 1. Compilação de trabalhos que estudaram as características sociodemográficas e produtivas de sistemas de produção de leite no Estado do Paraná.

Idade (anos)	Experiência (anos)	Área (ha)	Produção SPL ^a (L/dia)	Vacas Lactantes (cabeças)	Produção Vacas (L/dia)	N	Referência
49,1	25,0	11,2	147,7	21,4	12,2	128	(Defante et al., 2019)
47,0	17,6	48,0	325,0	22,0	13,6	153	(Bánkuti et al., 2018)
43,6	17,0	34,3	678,0	-	-	55	(Zimpel et al., 2017)
-	-	29,6	142,5	15,7	8,3	185	(Yabe et al., 2015)
46,0	17,0	15,9	236,3	18,0	13,6	120	(Brito et al., 2015a)
-	-	20,4	290,11	21,04	12,25	75	(Bánkuti et al., 2020)

^aSPL = Sistemas de produção de leite.

O número de SPL no estado está estimado em 114.488 sendo que desse total, 99.573 sistemas estão inseridos efetivamente no mercado lácteo. O restante dos produtores destinam a produção para consumo próprio. Dentre os SPL efetivos no mercado lácteos, 55,30% possuem produção de até 50 litros/dia e são responsáveis apenas por 14,70% da produção paranaense de leite, nesses a mão de obra familiar é predominante. Os SPL que pertencem ao extrato de 51 a 250 litros/dia, correspondem a 43,40% da produção e representam 38,80% dos SPL. A produção acima de 251 litros/dia é representada por pequena parcela (5,90%) dos SPL paranaense, estes respondem por 41,80% da produção estadual (Bazotti et al., 2012).

A composição dos rebanhos leiteiros é diversificada, variando entre raça e tamanho corporal. A maioria dos produtores paranaenses possuem animais mestiços, com características das raças Holandês e Jersey, indicando elevada heterogeneidade dos rebanhos (Bazotti et al., 2012; Yabe et al., 2015). Em um estudo conduzido em 185 SPL no Estado do Paraná, foi demonstrado que 83,80% dos sistemas analisados possuem animais mestiços e 12,10% animais sem raça definida, enquanto apenas 4% possuem animais de raça pura, principalmente Holandês, Jersey e Gir (Yabe et al., 2015).

Existe grande variabilidade das estratégias de alimentação dos animais, bem como no tipo e composição da base forrageira utilizadas nos sistemas. O Tifton 85 (*Cynodon spp.*) é a gramínea forrageira que tem sido tradicionalmente cultivado na grande maioria dos SPL no Paraná, tanto no verão quanto no inverno. Porém, alguns produtores têm buscado o cultivo de novas espécies, como o capim-Aries (*Panicum maximum cv. Aries*), o capim-Sudão (*Sorghum sudanense*) e o capim-Vaquero

(*Cynodon dactylon* cv. *Vaquero*) (Neumann et al., 2016). Entretanto a silagem de milho é a principal forragem conservadas produzidas nos sistemas (Silva et al., 2015; Neumann et al., 2016).

A oferta de concentrados à base de grãos na dieta de vacas em lactação tem sido uma importante estratégia nutricional utilizada pelos produtores (Yabe et al., 2015; Neumann et al., 2016). Os produtores tendem a utilizar mais concentrado na época de inverno, quando há o declínio na produção de pasto. Este aumento tem como objetivo principal suprir a demanda de nutrientes das vacas, utilizando o concentrado como ferramenta de manutenção e não de produção (Neumann et al., 2016). A cerca de 40% do total de produtores de leite no estado, fazem o fornecimento de concentrado às vacas por causa da insuficiência de produção de volumoso na época de estiagem e não com o objetivo de aumentar a produtividade dos animais (Bazotti et al., 2012).

Embora alguns trabalhos mostrem como tem ocorrido a oferta de concentrado aos animais em SPL no Paraná (Bazotti et al., 2012; Yabe et al., 2015; Neumann et al., 2016), ainda não existem trabalhos que analisaram os fatores que determinam o uso de concentrado em SPL no Estado do Paraná, principalmente considerando aspectos sistêmicos e de percepção do produtor rural.

3. Alimentos da dieta

As exigências diárias de consumo de matéria seca (**CMS**), de energia e nutrientes pelas vacas em lactação são determinadas pelo nível de produção, peso corporal, estágio fisiológico e pela interação dos animais com o ambiente (NRC, 2001). Por meio desses fatores, são definidas as exigências nutricionais, as quais devem ser atendidas pelo fornecimento de nutrientes na dieta (NRC, 2001; Teixeira et al., 2013). Os diversos recursos alimentares disponíveis que são utilizados para o suprimento das exigências animal, são classificados em: alimentos volumosos, concentrados, suplementos minerais, suplementos vitamínicos e aditivos. Os dois grandes grupos volumoso e concentrados, diferem entre si, principalmente pelo conteúdo de fibra e de nutrientes digestíveis totais (**NDT**) (Gonçalves et al., 2009). Os alimentos volumosos possuem mais de 18% de fibra bruta (**FB**) na matéria seca e baixo teor energético, menos 60% de NDT. Estes, envolvem as forrageiras secas, pastagens cultivadas, pastos nativos e silagens de plantas. Os alimentos concentrados possuem menos que 18% de fibra bruta e possuem alto teor de energia, mais de 60% de NDT (Gonçalves et al., 2009; Goes et al., 2013).

Os alimentos concentrados podem ser subdivididos em outros dois grupos: os concentrados energéticos, são alimentos que possuem menos de 20% de proteína bruta (**PB**) e a cerca de 25% de fibra em detergente neutro (**FDN**); Os concentrados proteicos, são alimentos com mais de 20% de PB,

possuem a cerca de 50% de FDN e 60% de NDT (Gonçalves et al., 2009; Goes et al., 2013). O milho é um dos principais alimentos classificados como concentrado energético e a soja um dos principais alimentos do grupo dos concentrados proteicos (Goes et al., 2013) e que comumente compõem os concentrados comerciais.

O tipo e a forma física dos alimentos volumosos e concentrados disponíveis nos SPL, apresentam grande influência na disponibilidade de nutrientes aos animais. As características nutricionais da fonte volumosa utilizada no SPL, variam de acordo com: a espécie forrageira, tipo de processamento, época de coleta e conteúdo de fibra (Nousiainen et al., 2009; Reid et al., 2015; Daniel et al., 2019). Já as características nutricionais dos concentrados, envolvem: o tipo de grão, forma física e suas concentrações de proteína, gordura e carboidratos, bem como a quantidade fornecida (Nousiainen et al., 2009; Ferraretto et al., 2013; Reid et al., 2015). Essas características dos alimentos, são chamados de fatores dietéticos. Esses fatores e suas interações, afetam o ambiente ruminal, implicando diretamente no desempenho produtivo dos animais em produção (Allen, 2000; Nousiainen et al., 2009; Ferraretto et al., 2013; Reid et al., 2015).

Desta forma, a produção de leite das vacas lactentes está positivamente correlacionada com CMS, consumo de PB (**CPB**) e negativamente correlacionado com o teor de FDN da dieta (NRC, 2001; Freitas et al., 2006). O aumento da produção de leite e do peso corporal das vacas, tendem a aumentar a demanda por energia, aumentando o consumo de NDT e neste caso, os animais tendem a compensar aumentando o CMS (Freitas et al., 2006). Considerando que as pastagens no geral, possuem elevado teor de FDN e baixo teor de NDT e PB, dificilmente vacas de média e alta produção conseguirão suprir as exigências nutricionais apenas consumindo pasto (Allen, 2000; Freitas et al., 2006; Gutierrez et al., 2019). Esses pontos, exigem do produtor a busca por estratégias nutricionais que aumente a densidade de nutrientes da dieta dos animais de produção.

4. Maior participação do volumoso na dieta de vacas em lactação

A maior participação da fração volumosa na dieta é motivo de maior atenção, pois está associado com as maiores concentrações de FDN da dieta e pode proporcionar a redução do CMS por meio da limitação física do preenchimento ruminal (Allen, 2000). Os efeitos negativos da limitação física são evidenciados à medida que a produção de leite aumenta, visto que a exigência energética também aumenta (Boerman et al., 2015). Porém, embora a oferta de dietas contendo alta proporção de volumoso possa limitar o CMS, estas poderão proporcionar maior teor de gordura no leite, se tiverem boa digestibilidade da parte fibrosa (Ferraretto et al., 2013).

Jiang et al. (2017) avaliando quatro proporções de volumosos na dieta de vacas em lactação (40, 50, 60 ou 70% de volumoso à base de MS), constataram que o aumento do nível de volumoso reduziu linearmente o CMS, CPB, ingestão de energia, já a ingestão de FDN aumentou. Essas respostas foram associadas ao desempenho dos animais, os quais apresentaram redução linear de 14,4% da produção de leite e 7,33% do teor de proteína do leite, passando de 26,20 para 22,90 Kg de leite/dia e 3,50 para 3,26%, respectivamente. Porém, as concentrações de gordura do leite teve efeito linear positivo, passando de 3,90 para 4,22%.

Ganhos econômicos e produtivos podem ser alcançados com o fornecimento de volumosos de melhor qualidade. Em um estudo conduzido com dois genótipos de vacas leiteiras, Holandês puro e mestiças (Holandês x Swedish Red), os autores encontraram produção média de 26 ± 4.9 kg de leite/dia, quando forneceram os animais uma dieta base de 65,0% de volumoso e 35,0% de concentrado. Averiguaram que as vacas de ambos os genótipos, conseguem manter a produção consumindo 7 Kg/dia de concentrado (14%PB; 36,90 FDN e 18,00 MJ/Kg de MS) e 14 Kg/dia de volumoso, porém de alto valor nutricional (18,2 % PB; 46,13% FDN e 18,55 MJ/Kg de MS) (Hynes et al., 2016).

Visto que a maior participação do volumoso na dieta pode ocasionar a redução da produção de leite, com exceção de casos em que o volumoso apresenta boa qualidade nutricional. Torna-se fundamental encontrar estratégias em sistemas de produção de leite, que visam aprimorar o manejo nutricional por meio do maior o fornecimento de nutrientes (Nicholson et al., 2018), e pode ocorrer através de alimentos que promovam o aumento do CMS e de nutrientes ou pelo aumento da oferta de concentrado aos animais em produção (Allen, 2000; Hills et al., 2015; Jiang et al., 2017).

5. Maior participação de concentrado na dieta de vacas em lactação

A maior participação do concentrado à base de grãos na dieta de vacas em lactação é uma estratégia que visa o melhor fornecimento e aproveitamento de nutrientes dietéticos (Allen, 2000). A maior participação dos grãos na dieta, tem proporcionado aumento do CMS e da digestibilidade dos nutrientes e desta forma, ocorre o maior consumo de energia pelos animais (Freitas et al., 2006). Estando associado, quase sempre ao melhor desempenho dos animais por meio de ganhos no escore de condição corporal e aumento da produção e do teor de proteína no leite (Ferraretto et al., 2013; Jiang et al., 2017; Souza et al., 2018). Por outro lado, pode estar associado ao aumento da taxa de passagem dos alimentos no rúmen, reduzindo a digestibilidade do conteúdo de fibra e

consequentemente, menores concentrações de gordura no leite (Ferraretto et al., 2013; Souza et al., 2018).

Resultados positivos ao maior uso de concentrado na dieta, abrangem desde vacas mantidas em condições de pastejo, como aquelas criadas em confinamentos (Jiao et al., 2014; Lawrence et al., 2015). Em estudo conduzido com vacas da raça Holandês confinadas, as quais receberam dois níveis de suplementação concentrada à base de grãos, os autores mostraram que no nível alto de consumo de concentrado (7,0 kg/dia), as vacas produziram 1,3 kg de leite a mais que vacas recebendo o nível baixo (4,0 kg/dia), as quais, estas produziram em média 23,8 kg de leite/dia (Lawrence et al., 2015).

Em outro estudo, conduzido com vacas da raça Holandês, mantidas em condição de pastejo em piquetes de capim-azevém perene (*Lolium perene*) e dois níveis de suplementação concentrada 1,0 e 5,0 Kg de concentrado/dia, observou-se que as vacas que receberam o nível de concentrado de 5,0 kg produziram 28,50 kg de leite/dia, isso representou 2,40 kg de leite/dia a mais que o nível de 1,0 Kg de concentrado/dia. A suplementação concentrada, em condições de pastejo, resultou em resposta média de 0,68 kg de leite para cada kg de concentrado fornecido a mais que o nível baixo (1 Kg concentrado/dia) (Muñoz et al., 2015).

O aumento da produção de leite a partir do fornecimento de concentrado, também foi relatado por Jiao et al. (2014) que avaliaram o efeito de quatro níveis de concentrado (2,0; 4,0; 6,0 e 8,0 kg/dia) ofertados à vacas Holandês em condições de pastejo de capim-azevém perenes (*Lolium perenne*). Os autores mostraram que o CMS e a produção total de leite aumentaram com a maior oferta de concentrado. A produção total de leite cresceu 35,20%, passando de 19,60 Kg de leite/dia no consumo de 2,00 kg de concentrado/dia, para 26,50 Kg de leite /dia em consumo de 8,00Kg de concentrado/dia.

6. Relação entre a genética das vacas e a oferta de concentrado

A genética das vacas lactantes tem grande influência na capacidade de transformação dos nutrientes dietéticos em síntese de leite (Bryant et al., 2005). Rebanhos compostos por animais de genética especializada, os quais sofrem constantes pressões de seleção genética para produção de leite, possuem maior eficiência de transformação dos nutrientes dietéticos, em leite (Bath, 1985; Bryant et al., 2005), produto comercializado pelo produtor. Desta forma, melhores respostas produtivas são encontradas em rebanhos de maior mérito genético e que recebem maior quantidade de nutrientes na dieta.

Desta forma, vacas de alta produção são mais sensíveis às alterações na dieta (Allen, 2000). A redução na concentração de nutrientes digestíveis na dieta reduz a produção de leite de vacas de alta

produção, enquanto vacas de menor mérito genético, tendem a conseguir manter a produção de leite, neste cenário (Allen, 2000; Ferraretto et al., 2013; Hills et al., 2015). Desta forma, o agrupamento dos animais pelo nível de produção é uma estratégia que pode ser utilizada pelos produtores que permite melhor distribuição dos alimentos e maior aproveitamento dos nutrientes pelos animais (Hills et al., 2015).

Kennedy *et al.* (2010) avaliaram dois grupos genéticos de vacas da raça Holandês (HOL). Vacas de alto (AMG) e médio (MMG) mérito genético, em três níveis de consumo de concentrado (0,40; 2,70 e 5,40 Kg de MS/dia). Os autores encontraram para ambos os padrões genéticos a intensificação da oferta de concentrado à base de grãos, apresentou efeito linear crescente sobre a produção de leite. Isso resultou no aumento de 18% e 20% na produção para vacas AMG e MMG, respectivamente. Porém, vacas de AMG produziram 31,90 Kg de leite/dia, isso representou 16% a mais que vacas de MMG (27,50 Kg de leite/dia).

Bath (1985) mostrou a influência do potencial genético de produção de leite para dois tipos de vacas em produção. Para esclarecer as vantagens de manter animais de genética superior para produção de leite no rebanho, o autor considerou dois padrões de vacas com peso corporal semelhante - 650 kg. A exigência energética diária para manutenção foi de 10,3 Mcal para os tipos de animais. Porém, um produzindo 20 kg de leite com 3,5% de gordura, possuiu uma exigência de 13,80 Mcal para a produção de leite, sendo a necessidade diária total de 24,10 Mcal. Já para o outro padrão de vaca, com o mesmo peso corporal, porém com maior potencial de produção de leite (40 kg de leite/dia), a necessidade de energia para produção de leite passou a ser de 27,6 Mcal, sendo que a exigência de energia para manutenção permaneceu a mesma (10,30 Mcal), totalizando a necessidade de 37,90 Mcal/dia. Assim, vacas de maior produção apresentam aumento de 57% no consumo de energia, porém resultando em aumento de 100% na produção de leite.

Vacas lactantes de padrões genéticos diferentes, além da produção de leite, também apresentam diferenças no CMS e peso corporal (Kennedy et al., 2010; Li et al., 2018). A maior produção de leite bem como o maior peso corporal exigem dos animais maior CMS e de nutrientes, que podem ser supridos pelo aumento da oferta de concentrado na dieta (NRC, 2001; Kennedy et al., 2010; Li et al., 2018). Em um estudo conduzido com 842 vacas primíparas da raça HOL e 378 vacas primípara da raça Jersey (JER), ambas as raças analisadas em 308 dias de lactação (Li et al., 2018). Os autores encontraram que o CMS das vacas HOL foi de 19,40Kg/dia, já as vacas JER apresentaram consumo de 18,80 Kg de MS/dia. As vacas HOL produziram 29,10 Kg de leite/dia com peso corporal de 601,20 Kg, enquanto as vacas JER produziram 24,60 Kg de leite/dia e estas apresentaram peso corporal de 433,00 Kg.

Em estudo realizado nas condições brasileiras, sendo as vacas mestiças (HOL – Zebu) com 500kg de peso corporal, produzindo 10kg de leite/dia e mantidas em pastagens tropicais de *Brachiaria decumbens* com 32,26% de MS, 7,61% de PB e 63,21% de FDN. Mostrou que a ingestão de MS, NDT e PB não supriu as exigências nutricionais, quando as vacas foram mantidas em baixos níveis de inclusão de concentrado na dieta (0,3% e 0,6% do peso corporal/dia de concentrado) (Gutierrez et al., 2019). Evidenciando que, mesmo animais mestiços de menor produção de leite, mantidos em condições tropicais, exigem dietas contendo maior quantidade de nutrientes, com objetivo de suprir o déficit nutricional.

6.1- Tecnologias para incrementar a genética dos animais

Dentre as tecnologias utilizadas em SPL para incrementar a genética dos animais do rebanho estão: o uso de inseminação artificial (**IA**) aliada ou não, a protocolos hormonais para sincronização de estro (Fleming et al., 2018), o uso de transferência de embrião (**TE**) (Mikkola et al., 2015) e uso de ultrassonografia para diagnóstico de gestão (**UDG**) (Gábor et al., 2016).

A IA é considerada uma das tecnologias reprodutivas mais aceitas em todo o mundo e amplamente utilizada para melhorar o desempenho reprodutivo e proporcionar ganhos genéticos nos rebanhos (Foote, 2002). A IA maximiza o uso de touros de maior valor genético, dada a atual possibilidade de coleta de sêmens e a capacidade dos machos de produzir altas taxas de gametas (Fleming et al., 2018). Com isso, produtores têm acesso a reprodutores de centrais de melhoramento genético, aprimorando o padrão racial do rebanho. A IA pode ser associada com a utilização de protocolos hormonais. Essa tecnologia é utilizada para a sincronização do estro das fêmeas, que pode reduzir o intervalo entre o parto e a concepção (Macmillan, 2010). Esta estratégia também é utilizada com objetivo de superar ineficiências reprodutivas em vacas leiteiras, principalmente de alta produção (Fleming et al., 2018), podendo proporcionar maior proporção de vacas lactantes em relação vacas secas.

A transferência de embriões é outra tecnologia que pode favorecer o ganho genético dos rebanhos. Com essa técnica o produtor pode se beneficiar através do aumento o número de progênes de fêmeas geneticamente superiores (Mikkola et al., 2015; Fleming et al., 2018). Outra técnica reprodutiva é o uso de ultrassonografia para diagnóstico de gestação, fundamental para o aprimoramento do manejo reprodutivo (Rangel et al., 2017). A UDG pode favorecer a detecção da prenhez entre 29 e 35 dias após a concepção e garantir a avaliação do desempenho reprodutivo das fêmeas, favorecendo a gestão dos índices reprodutivos (Gábor et al., 2016).

7. Aspectos sistêmicos da oferta de concentrado

No Brasil, a baixa produtividade dos rebanhos leiteiros e a deficiência do aprimoramento dos métodos de produção de leite são entraves ainda presentes na cadeia produtiva (Bánkuti and Caldas, 2018; Beber et al., 2019). A deficiência desses aprimoramentos também está presente em SPL localizados em outros países em desenvolvimento, como a Índia (Janssen and Swinnen, 2017) e o México (Rangel et al., 2017). Entretanto, estudos dirigidos nos Estados Unidos (Khanal et al., 2010) e na Espanha (Rivas et al., 2019) mostraram que a adoção conjunta de tecnologias que visam incrementar a genética dos animais e o manejo nutricional em SPL, resultam em impactos positivos na produção média dos animais.

Isso ocorre, pois a qualidade e quantidade dos alimentos disponíveis, aliado ao grau genético dos animais em produção são os principais fatores que impactam positivamente a produtividade dos sistemas de produção animal (Robinson et al., 2011). Um modelo de simulação empírico conduzido por Nicholson et al. (2018) mostrou que em cenários de maior adoção conjunta do aprimoramento do manejo nutricional, por meio da adoção de estratégias de maior ingestão de nutrientes pelos animais, e o aprimoramento genético dos rebanhos leiteiros poderão elevar a produtividade anual dos SPL brasileiros.

Kühl *et al.* (2020) estudando sistemas de produção de leite na Itália, relataram produtores que ofertam maiores quantidades de concentrado aos animais (>6,0 Kg/dia para vacas em lactação) e que mantêm a menor proporção de volumoso na dieta das vacas (< 25%), possuem maior volume de produção de leite e maior receita. Achados semelhantes foram encontrados no Brasil. A maior oferta de concentrado às vacas em lactação, também foi associada ao maior volume de produção de leite e à lucratividade dos SPL (Yabe et al., 2015; Resende et al., 2016). Produtores que ofertam menor quantidade de concentrado às vacas lactantes possuem renda líquida negativa e menor volume de produção (Resende et al., 2016).

Llanos *et al.* (2018) estudando SPL no Uruguai, mostraram que no grupo de produtores em que há a intensificação da oferta de concentrado (2455 Kg de concentrado/vaca/ano), a produção média foi de 6975 litros de leite/vaca/ano e produtividade média de 5484 litros de leite/hectare/ano. Já o grupo de produtores que ofertam menor quantidade de concentrado (639 Kg de concentrado/vaca/ano), obtiveram menor produção por vaca (4015 litros de leite/vaca/ano) e menor produtividade por área (2220 litros de leite/hectare/ano).

A intensificação da oferta de concentrado tem sido associada com a menor dependência do uso de pastagens naturais em SPL, porém está associada com maior uso de forragens conservadas (Biradar and Kumar, 2013; Becker et al., 2018; Llanos et al., 2018; Kühn et al., 2020). Em sistemas de produção a pasto, a participação do concentrado tende a ser menor, pois o fornecimento de um alimento de maior custo – o concentrado, pode inviabilizar a produção de leite. Isto ocorre, pois a parte complementar da dieta – o pasto é de maior dependência climática e valor nutricional reduzido (Kühn et al., 2020). De acordo com Biradar e Kumar (2013) a maior dependência de pastagens naturais como fonte de volumoso pode proporcionar inadequada disponibilidade de matéria seca para consumo dos animais.

Becker *et al.* (2018) estudando SPL na Alemanha, encontraram que produtores que intensificam a oferta de concentrado aos animais, possuem SPL em que os animais são mantidos em regime de confinamento durante todo o ano. Nesses SPL a principal fonte de volumoso são as forragens conservadas. O maior uso de forragens conservadas na dieta de vacas que recebem maior quantidade de concentrado, também foi encontrado por Llanos *et al.* (2018), em SPL localizados no Uruguai. Os autores encontraram que produtores que intensificam a oferta de grãos (2455 Kg/vaca/ano) a proporção dos grãos na dieta é de 30%, ao passo que a participação das forragens conservadas corresponde a 27% e o pasto de 43%. Já o grupo de produtores que ofertam menor quantidade de concentrado (639 Kg/vaca/ano), a proporção de concentrado na dieta é de apenas 8%, já as forragens conservadas tem participação de 13% e as pastagens de 79%.

Com relação as características estruturais dos SPL não tem sido relatadas diferenças no tamanho da área disponível para produção de leite entre sistemas que intensificam ou não o uso de concentrado (Becker et al., 2018; Llanos et al., 2018; Kühn et al., 2020). Porém, diferenças na composição dos rebanhos são encontradas. A maior intensificação do uso de concentrado tem ocorrido em SPL com maior número de vacas (Becker et al., 2018), maior proporção de vacas lactantes em relação às vacas totais do rebanho (Resende et al., 2016) e em SPL que possuem vacas de genética especializada para a produção de leite (Kühn et al., 2020).

8. Uso de concentrado e o impacto econômico-financeiro

Poucos estudos têm sido dirigidos como objetivo principal de avaliar o impacto econômico do uso de concentrado em sistemas de produção de leite brasileiros (Lopes et al., 2012; Resende et al., 2016), principalmente aqueles estudos que adotam abordagens de aspecto sistêmico e interdisciplinar (Rennó et al., 2008; Nicholson et al., 2018). Um dos motivos da falta desses estudos, pode ser o baixo

nível de controle econômico-financeiro nos SPL brasileiros (Paixão et al., 2017; Zimpel et al., 2017; Bánkuti et al., 2020), desta forma, estudos têm se concentrado em condições experimentais (Koehler et al., 2008; Rennó et al., 2008; Teixeira et al., 2013).

Acredita-se que pela baixa disponibilidade de informação dos produtores, algumas abordagens têm sido dirigidas por meio de modelos de simulações de senários (Rennó et al., 2008; Nicholson et al., 2018). Outras abordagens adotam a formação de indicadores, com objetivo de detectar os níveis de controle econômico dos produtores de forma indireta (Bánkuti et al., 2020). Desta forma, dada a ausência de informações ou racionalidade limitada (Williamson, 1985; North, 1990), os produtores de leite brasileiros, possuem grande probabilidade de não adotarem a melhor estratégia para o desenvolvimento do sistema de produção.

No Brasil, tem-se difundido entre técnicos e produtores a ideia de evitar o uso de concentrados na dieta dos animais e desenvolver uma produção voltada em condições exclusiva de pastejo. Esse pensamento pode ser porque o uso de concentrado tem impacto direto no aumento dos custos de produção (Lopes et al., 2012; Resende et al., 2016). Entretanto, segundo Buza *et al.* (2014) a melhor estratégia para melhorar a relação entre o custo de alimento e a receita do sistema não é a redução do custo da alimentação, mas sim, a oferta de alimentos de melhor qualidade.

Embora o maior uso de grãos represente aumentos dos custos de produção, estudos realizados no Brasil têm mostrado que a maior oferta de concentrado na dieta dos animais, pode garantir maior margem de lucro e apresentar renda líquida positiva (Resende et al., 2016; Simões et al., 2019). Isso ocorre pois os ganhos em produtividade por meio do maior uso de grãos têm superado o aumento do custo de produção, garantindo o aumento da receita sobre o custo de alimentação (Bath, 1985; Baars, 1998; Resende et al., 2016). A maior lucratividade e redução dos riscos econômicos por meio da intensificação do uso de concentrado, também tem sido encontrado em sistemas de produção a pasto, localizados nos Estados Unidos da América (Soder and Rotz, 2001).

Em um estudo realizado em SPL localizados no Estado de Minas Gerais - Brasil, mostrou que a participação dos custos com concentrado, no custo total de produção, está a cerca de 32,62% em SPL com renda líquida anual positiva. Para SPL com renda líquida anual negativa a participação dos custos com concentrado é menor, a cerca de 25,11%. Os SPL que fornecem maior quantidade de concentrado às vacas em lactação são lucrativos e possuem produtividade de 4752 litros/vaca/ano, a cerca de 892 litros de leite a mais dos sistemas que fazem menor uso de concentrado, possuem produtividade média 3860 litros/vaca/ano e renda líquida anual negativa (Resende et al., 2016).

Outro aspecto que deve ser considerado durante a intensificação do uso de concentrado, é a relação do preço recebido pelo litro de leite e o custo com a compra do concentrado (Lopes et al., 2012), o ideal que essa relação se mantenha elevada para a maior lucratividade nos sistemas (Thanh and Suksombat, 2015). No Brasil é comum que ocorra ao longo dos anos elevada flutuação do preço do leite pagos pela indústria de laticínios ao produtor rural (CEPEA, 2019). Já, os preços dos grãos não acompanham as flutuações internas do preço do leite, pois são em grande parte comercializados em dólar no mercado externo, por meio de contratos futuros (Caldarelli and Bacchi, 2012).

Neste sentido, a frequência e época da compra do concentrado podem influenciar os custos de produção. A época de colheita do milho de primeira safra no Brasil, é de janeiro a maio e a segunda safra junho a setembro. Já para a soja é de janeiro a abril (CONAB, 2017). Entre esses meses os preços dos grãos tendem estar em baixa pela maior oferta dos produtos no mercado interno (Caldarelli and Bacchi, 2012; Schwantes and Bacha, 2017), assim, os produtores de leite que possuem em suas propriedades a capacidade de estocar grãos e capital de giro suficiente para comprar na época de safra dos grãos, possivelmente poderão fornecer concentrado a menor custo.

9. Impacto da oferta de concentrado sobre a produção de proteína de origem animal e uso da terra

O leite por ser um alimento de boa fonte de proteínas, vitaminas e minerais que os seres humanos necessitam, seu consumo, incluindo os derivados lácteos, tem sido recomendado no Guia Alimentar para a População Brasileira (Brasil, 2014). O crescente aumento da população humana, impulsiona a demanda global por alimentos. Isso implica na necessidade de desenvolver sistemas de produção animal mais eficientes, por meio da maior produtividade por área de terras já exploradas (Pereira et al., 2018).

De acordo com as projeções realizadas pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), é possível que a área de exploração agrícola global possa expandir em 280 milhões de hectares, atingindo 5,4 bilhões hectares em 2030. Porém, se houver intensificação nos métodos de criação animal, em especial de bovinos, por meio da maior produtividade, o uso de terras agrícolas global poderá diminuir a cerca de 230 milhões de hectares em relação aos níveis atuais, ou a cerca de 500 milhões de hectares abaixo do cenário de referência até 2030 (Wirsenius et al., 2010).

O desempenho do sistema de produção e a capacidade individual dos animais em transformar alimentos em produtos de origem animal, é mensurado pela quantidade de alimento introduzido no

sistema por unidade de produção (leite, carne ou ovos), denominado eficiência de produção (Mottet et al., 2017).

Os sistemas de produção animal possuem diferentes contribuições para o suprimento da demanda global de proteína de origem animal, principalmente pelo tipo de espécie animal em criação. Sistemas de produção de bovinos e búfalos contribuem com a maior parte (45%) do suprimento da demanda global de proteína de origem animal, incluindo carne e leite. Em seguida, os sistemas de produção de frangos (31%), incluindo carne e ovos e os sistemas de produção de suínos (20%). Os sistemas de produção de pequenos ruminantes, caprinos e ovinos, contribuem a cerca de 4% da proteína global de fonte animal (Mottet et al., 2017).

As características intrínsecas dos sistemas de produção, implicam diretamente na capacidade de produzir produtos de origem animal (Wirsenius et al., 2010; Mottet et al., 2017). A criação de grandes ruminantes em sistemas de produção mistos e que possuem pastagens naturais como base forrageira principal, tendem a serem menos eficientes. A oferta de dieta desbalanceada às vacas, por meio do fornecimento de volumoso com baixa qualidade nutricional, aliado à saúde dos animal precária e técnicas reprodutivas limitadas, são fatores que proporcionam a baixa capacidade de transformar alimentos de consumo animal, em proteína animal para consumo humano. Estes sistemas necessitam, aproximadamente de 200 kg de matéria seca para produzir 1 kg de proteína animal (Mottet et al., 2017).

Já em sistemas de produção de ruminantes intensivos, em que há maior oferta de concentrados à base de grãos a maioria dos animais são mantidos em confinamento, os animais apresentam melhor conversão alimentar. Nestes sistemas, são necessários 99 kg de matéria seca para produzir 1 kg de proteína animal. Isso indica que em sistemas de produção mais intensivos, a ingestão de matéria seca é menor em 101 kg, para a produção da mesma quantidade de proteína de origem animal, quando comparado a sistemas extensivos (Mottet et al., 2017).

A intensificação dos métodos de produção, pode ser observado a nível internacional. Países como os Estados Unidos e Argentina, possuem sistemas de produção de leite com maior aporte de tecnologia e intensificam a produção por meio da maior oferta de concentrado para as vacas lactantes, possuem animais mais produtivos. Nesses países a participação dos grãos na dieta total das vacas é a cerca de 40%, duas vezes mais do que é ofertado no Brasil (FAO et al., 2014) e possuem produtividade de aproximadamente 4 vezes maior que a produtividade dos rebanhos brasileiros (IBGE, 2018).

10. Influência da oferta de concentrado sobre efeitos ambientais

As emissões anuais de gás carbônico (CO₂) pela atividade pecuária no mundo estão estimadas em 7,1 gigatoneladas de CO₂^{-eq} representando 14,5% das emissões de Gases de efeito estufa (GEE) geradas por fontes antrópicas. A produção de carne bovina é a maior responsável por este volume emitido, contribuindo com 41%, logo em seguida estão as emissões oriundas da criação de animais para produção de leite, estes contribuem com 20% das emissões do setor (Gerber et al., 2013).

As emissões de GEE em sistemas de produção de ruminantes são oriundos de duas vias. A primeira é a fermentação entérica, ocorre quando os microrganismos presentes no rúmen agem degradando os alimentos da dieta produzindo metano (CH₄) como subproduto da digestão, esta representa 39% das emissões no setor. A segunda via de emissão de GEE é a fermentação anaeróbica e a desnitrificação dos dejetos dos animais, produzindo CH₄ e óxido nitroso (N₂O), esta participa com 10% das emissões. O restante é oriundo da produção e processamento dos alimentos, expansão das pastagens e o consumo de combustível fóssil (Gerber et al., 2013; Mazzetto et al., 2015; Pereira et al., 2018).

A produção pecuária brasileira tem fundamental participação nas emissões GEE ao longo dos anos, principalmente por possuir o segundo maior rebanho bovino do mundo (214,9 milhões de cabeças). Diante disso, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) com a finalidade de organizar e planejar ações a serem realizadas para seleção de tecnologias de produção sustentáveis para redução de emissão de GEE, criou o projeto “Pecuária de baixa emissão de carbono: Tecnologias de produção mais limpa e aproveitamento econômico dos resíduos da produção de bovinos de corte e leite em sistemas intensivos (PBE)” (Brasil, 2018; IBGE, 2018).

Dentre as estratégias do projeto PBE está o uso racional do volumoso e do concentrado. A redução da produção de CH₄ no rúmen está associada com a diminuição das populações de protozoários e bactérias metanogênicas, que juntos são os principais responsáveis por produzir e transformar o H₂ em metano. Assim, a redução da população desses microrganismos e a manipulação do H₂ no rúmen é a chave para controlar a emissão de metano. Esta estratégia tem sido associada a maior participação dos concentrados na dietas dos animais de produção (Pereira, 2013; Brasil, 2018).

A maior proporção de alimentos concentrados em relação a alimentos volumosos na dieta, implica na maior substituição de carboidratos fibrosos (celulose e hemicelulose), por não fibrosos (amido e açúcares). Esta troca modifica as condições físico-químicas do rúmen, causam alterações no perfil microbiano. Nesta situação há redução da produção de metano são por meio do aumento da produção de propionato, reduzindo a quantidade de H₂ disponível no rúmen; inibição das bactérias

metanogênicas e dos protozoários ciliados pela redução do pH ruminal e ainda ocorre a produção de bacteriocinas por bactérias lácticas, que inibem a atividade das bactérias metanogênicas (Pereira, 2013).

Desta maneira, sistemas de produção que fazem o maior fornecimento de concentrado à base de grãos aos animais, possuem menor relação de emissão gases de efeito estufa por unidade de produto (Jiao et al., 2014; Pereira et al., 2018). O uso de concentrado na dieta de vacas em lactação tem sido considerado como uma prática benéfica para reduzir o impacto ambiental. Isso ocorre pois o fornecimento de concentrado, mesmo quando as vacas são manejadas em pastagens, promove o aumento da produção de leite, reduzindo a relação de emissão entérica de metano por unidade de leite produzida (Jiao et al., 2014; Mazzetto et al., 2015).

Em um estudo considerando diferentes sistemas de produção foi relatado que a participação de concentrado em 50% na dieta de vacas lactantes, resulta em redução substancial de aproximadamente 19% nas emissões absolutas de metano (Veltman et al., 2018). Em outro estudo, avaliando níveis de suplementação concentrada à base de grãos para vacas lactantes, foi relatado que o consumo de 6 e 8 kg de concentrado por dia, tem menor produção de metano, a cerca de 11,2 e 10,8 g por Kg de leite produzido, quando comparado a vacas que consumiram 2 e 4 kg de concentrado, as quais produziram 15,4 e 12,69 g de metano por Kg de leite (Jiao et al., 2014).

Portanto, a maior intensificação do uso de grãos em sistema de produção de leite tende a diminuir a relação de gases poluentes por unidade de leite produzido, estando correlacionado às modificações dos microrganismos ruminais produtores de metano e a maior produtividade dos animais e do sistema. Assim, torna-se necessário encontrar estratégias para a maior intensificação do uso de concentrado em sistemas de produção de leite no Brasil.

11. Cuidados a serem observados com a maior oferta de concentrado

Mesmo que a maior oferta de concentrado aos animais implique em impactos positivos na produção diária das vacas e na produtividade dos SPL, maior atenção deve ser dada durante o uso dessa estratégia. Entre os cuidados estão, a resposta produtiva dos animais em relação ao consumo de concentrado e as possíveis causas de distúrbios metabólicos e problemas reprodutivos.

Embora, alguns estudos mostrem um comportamento linear da resposta animal em função do nível de inclusão de concentrado na dieta das vacas em lactação (Jiao et al., 2014; Lawrence et al., 2015), e que o *National Research Council – NRC* um dos principais sistemas nutricionais, as recomendações de suplementação com alimentos concentrados seguem protocolos que buscam suprir a demanda nutricional, de acordo com o desempenho animal esperado (NRC, 2001). Nem sempre o

desempenho das vacas em produção é expresso em resposta linear, mas, em alguns casos, a resposta atinge um platô e apresenta comportamento curvilíneo (Teixeira et al., 2013).

O comportamento de redução da produção de leite, após a alta inclusão de concentrado na dieta pode ser oriundo de problemas metabólicos, como a acidose e acidose ruminal subaguda, podendo ocasionar problemas reprodutivos (NRC, 2001; Humer et al., 2018). Entretanto, Silva et al. (2019) consideram que no Brasil, por causa de grandes concentrações de fibra utilizadas na dieta de gado leiteiro, problemas de acidose ruminal e subaguda são pouco observados. Os autores argumentam ainda, que produtores de leite poderiam se beneficiar, com maior produtividade, caso utilizassem maior volume de concentrado nas dietas das vacas lactantes no Brasil.

Lawrence *et al.* (2015) também evidenciaram os cuidados com a intensificação do uso de concentrado. Segundo os autores, embora a produção de leite aumente com o aumento da oferta de concentrado aos animais, a eficiência alimentar do concentrado (Kg de concentrado/Kg de leite) diminui. Portanto, o uso de alimentos concentrados deve ser direcionado pela resposta animal, com o objetivo de maximizar os ganhos econômicos e pelo maior aproveitamento dos nutrientes da dieta (Teixeira et al., 2013).

12. Teoria do comportamento Planejado

Em um sistema de produção animal, sabe-se que o produtor rural é quem decide quais tecnologias adotar e quando deve começar a utilizá-las. Neste sentido, observa-se que nos últimos anos tem sido crescente o número de estudos que visam entender as decisões e o comportamento do produtor rural (Borges et al., 2014; Borges and Lansink, 2016; Ferenhof et al., 2019; Bánkuti et al., 2020). Dentre as diversas teorias que existem na literatura que tentam explicar o comportamento dos indivíduos, a Teoria do Comportamento Planeado (**TCP**) vem se destacando entre elas (Wauters et al., 2010; Ajzen, 2011; Borges and Lansink, 2016).

Criada no ano de 1985 pelo psicólogo e professor Icek Ajzen, a TCP tem se tornado um dos modelos mais citados e influentes para a predição do comportamento social humano nos últimos anos (Ajzen, 2011). A base principal da TCP é o pressuposto de que os indivíduos, normalmente, possuem um comportamento racional. A concretização de um comportamento é determinada pela motivação, ou a intenção do indivíduo em realizá-lo (Ajzen, 1991). Desta maneira, quanto mais forte a intenção em realizar tal comportamento, mais provável é que o indivíduo desenvolva o comportamento (Fishbein and Ajzen, 2010; Ajzen, 2011).

De acordo com a TCP, a intenção é determinada por três construtos básicos: o primeiro é de natureza pessoal, que envolve a atitude em relação ao comportamento, chamado de Atitude (ATT); segundo abrange a influência social, nomeado Norma Subjetiva (NS); e o terceiro construto considera questões de controle – denominado Controle Comportamental Percebido (CCP). Estes três construtos determinam a Intenção (INT) do indivíduo em realizar o comportamento em questão (Figura 1) (Ajzen, 1991, 2011).

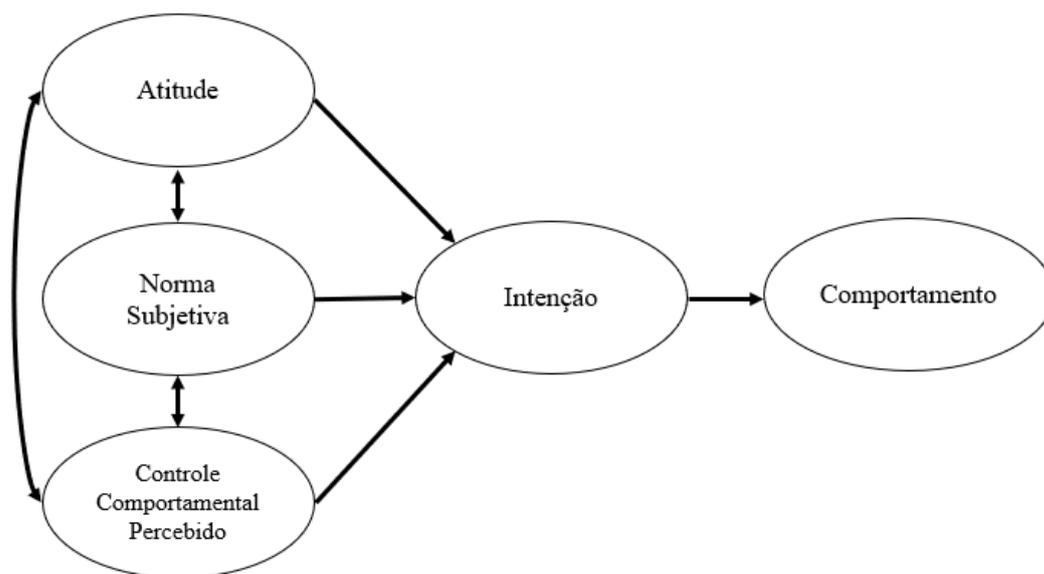


Figura 2: Modelo teórico da Teoria do Comportamento Planejado. Adaptado de (Ajzen, 1991)

A Atitude é o quanto o indivíduo avalia positiva ou negativamente a execução de um determinado comportamento. A Norma Subjetiva é a percepção do indivíduo frente à pressão social para desenvolver ou não o comportamento. Já, o Controle Comportamental Percebido são as habilidades, a capacidade pessoal do indivíduo em perceber as facilidades e dificuldades em realizar com êxito tal comportamento. Portanto, quanto mais favorável a ATT e a NS em relação a um comportamento, e quanto maior o CCP, mais forte deve ser a intenção de um indivíduo em realizar o comportamento sob consideração (Ajzen, 1991).

Os construtos da TCP (ATT, NS e CCP) podem ser extraídos de forma direta ou indiretamente, por meio das crenças. Geralmente, as medidas diretas são utilizadas pois são suficientemente adequadas para prever a intenção (Borges and Lansink, 2016; Sok et al., 2016; Jiang et al., 2018). Desta maneira, os itens (perguntas/variáveis observadas) que formam o questionário para construção dos construtos, são elaborados a fim de que sejam medidos, para tanto, tem-se utilizado a

escala *Likert* de sete ou cinco pontos ancorada nos pontos extremos (Likert, 1932; Fishbein and Ajzen, 2010; Borges and Lansink, 2016).

A capacidade dos fatores sociopsicológicos da TCP em explicar a intenção de produtores rurais tem variado entre os estudos e os diferentes comportamentos estudados (Borges and Lansink, 2016; van Dijk et al., 2016; Jiang et al., 2018). Desta forma, as relações específicas de cada construtos são assimétricas (Ajzen, 1991). Em um trabalho conduzido a 214 produtores rurais no Sul do Brasil, pesquisadores relataram que os três construtos da TCB conseguem explicar 66% da variabilidade da intenção dos produtores em usar pastagens naturais melhoradas. A intenção foi principalmente correlacionada pela percepção do produtor rural quanto à pressão social para usar essa inovação (norma subjetiva – 47%), seguidas das percepções sobre capacidade própria para usar essa inovação (controle comportamental percebido – 20%) e avaliação da utilização de pastagens naturais melhoradas (atitude – 17%) (Borges and Lansink, 2016).

Em outro estudo conduzido na mesma região do Brasil, 101 produtores de leite foram entrevistados. Utilizando uma estrutura de correlação de *Spearman*, os autores relaram que os três construtos da teoria estão positivamente correlacionados com a intenção dos produtores de leite em diversificarem sua produção agrícola. A intenção foi principalmente correlacionada pela avaliação pessoal sobre a prática de diversificação (atitude – 57,5%), seguidas das percepções do produtor quanto à pressão social (norma subjetiva – 49,7%) e por suas percepções sobre sua própria capacidade de diversificar a produção (controle comportamental percebido – 35,7%) (Senger et al., 2017).

13. Modelagem de equações estruturais por mínimos quadrados parciais (PLS-SEM)

Entre os diversos métodos quantitativos utilizados para analisar sistemas de produção animal, aqueles que utilizam análises multivariadas têm sido empregados frequentemente. Entre esses estão, a análise de componentes principais (Gabbi et al., 2013; Koerich et al., 2019), análise fatorial exploratória (Brito et al., 2015b), análise fatorial confirmatória (Maleksaeidi et al., 2015), e a modelagem de equações estruturais (Adnan et al., 2017; Borges et al., 2019). Em alguns casos, a análise de *cluster* em conjunto com a análise fatorial também é utilizada, com a finalidade de tipificar os sistemas de produção (Brito et al., 2015b; Lange et al., 2016; Koerich et al., 2019; Bánkuti et al., 2020).

Com exceção da modelagem de equações estruturais (SEM), essas técnicas buscam, principalmente reduzir o conjunto de variáveis coletadas em fatores ou também chamados de construtos latentes. Esses construtos são criados a partir das variáveis coletadas que apresentam

elevada correlação. A SEM, além de medir os construtos latentes, também testa relações direta entre esses construtos (Hair et al., 2009, 2014).

Para a modelagem de equações estruturais é possível utilizar duas abordagens distintas. A abordagem paramétrica baseada em covariância (**CB-SEM**) e a abordagem não paramétrica por mínimos quadrados parciais (**PLS-SEM**) (Hair et al., 2012). Quando os dados não apresentam característica de distribuição normal, é recomendado a abordagem não paramétrica, tornando a PLS-SEM apropriada para fins de pesquisa exploratória (Hair et al., 2012; Adnan et al., 2017).

O primeiro passo no uso da PLS-SEM envolve a criação de um modelo de caminhos que conecta o conjunto de variáveis coletadas em construtos latentes, baseados em uma teoria *a priori* (Hair et al., 2014). A PLS-SEM contém dois modelos: um modelo de medição, fundamentado na análise fatorial confirmatória e um modelo estrutural, que é inserido a regressão múltipla (Hair et al., 2014). O primeiro modelo tem a finalidade de medir os construtos latentes, no qual é possível a utilização de variáveis categóricas ordinais (Hair et al., 2009), já o segundo modelo testa a relações entre os construtos latentes (Hair et al., 2014).

Dentre os critérios para avaliação do modelo estrutural Hair et al. (2014) e Chin (2010) recomendam:

Os critérios previstos pelo *Convergent reliability* e *Internal consistency*, os quais avaliam a confiabilidade da consistência interna das variáveis coletadas que formam cada construtos. A *Convergent reliability* é observada pelas cargas fatoriais ($> 0,7$), alfa de Cronbach ($> 0,7$) e Rho A ($> 0,7$). Já a *Internal consistency* pode ser avaliada observando a confiabilidade composta (**RC**) ($> 0,7$).

O critério de *Convergent Validity*, que valia a proporção de variação em que as variáveis coletadas compartilham o mesmo construto, é verificada, observando a variância média extraída (**AVE**) ($> 0,5$). A *Convergent Validity* é verificada observando o *Cross-loading* (a carga fatorial do item do construto atribuído, deve ser maior que em outros construtos, com a condição de que o valor de corte da carga fatorial seja superior a 0,70), critério Fornell-Lacker (raiz quadrada do AVE de cada fator deve ter um valor maior que as correlações com outros fatores latentes) e o Heterotrait-Monotrait (**HTMT**).

Após a confirmação do modelo de medição, o modelo estrutural deve ser avaliado baseado: na *Variance inflation factor* (**VIF**) ($< 4,00$) que verifica a existência de multicolinearidade entre os construtos. Também, deve-se observar os *Path coefficients*, que representam as relações hipotéticas que ligam os construtos (Hair et al., 2009, 2014).

O *Effect size* (f^2) de cada *path coefficients* é determinado a partir do Cohen's f^2 (Hair et al., 2014). Para calculado os valores de f^2 de cada construto é necessário realizar o confronto do valor de R^2 incluído, frente ao R^2 excluído (Nascimento and Macedo, 2016). Desta forma, o f^2 é calculado da seguinte forma:

$$f^2 = \frac{R^2_{incluído} - R^2_{excluído}}{1 - R^2_{incluído}}$$

Usando o método *blindfolding* é necessário calcular o *Cross-validated redundancy* (q^2) para avaliar a relevância preditiva de cada *path coefficient* (Hair et al., 2014; Borges et al., 2019). Por fim, deve-se avaliar o coeficiente de determinação ajustado (R^2), que é a medida de precisão preditiva do modelo (Hair et al., 2009, 2014).

Referências

- ABIA. (2018). Número do setor: faturamento. Retrieved July 1, 2019, from <https://www.abia.org.br/vsn/anexos/faturamento2018.pdf>
- Adnan, N., Nordin, S. M., & bin Abu Bakar, Z. (2017). Understanding and facilitating sustainable agricultural practice: A comprehensive analysis of adoption behaviour among Malaysian paddy farmers. *Land Use Policy*, 68(May), 372–382. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.07.046>
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50, 179–211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Ajzen, I. (2011). The theory of planned behaviour: Reactions and reflections. *Psychology and Health*, 26(9), 1113–1127. <https://doi.org/10.1080/08870446.2011.613995>
- Allen, M. S. (2000). Effects of Diet on Short-Term Regulation of Feed Intake by Lactating Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 83(7), 1598–1624. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(00\)75030-2](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(00)75030-2)
- Baars, R. M. T. (1998). Nutrition Management , Nitrogen Efficiency , and Income Over Feed Cost on Dairy Farms in Costa Rica. *Journal of Dairy Science*, 81(3), 801–806. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75637-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75637-1)
- Bánkuti, F I, Prizon, R. C., Damasceno, J. C., Brito, M. M. De, Pozza, M. S. S., & Lima, P. G. L. (2020). Farmers ’ actions toward sustainability : a typology of dairy farms according to sustainability indicators. *Animal*, 1–7. <https://doi.org/10.1017/S1751731120000750>
- Bánkuti, Ferenc Istvan, & Caldas, M. M. (2018). Geographical milk redistribution in Paraná State, Brazil: Consequences of institutional and market changes. *Journal of Rural Studies*, 64(March), 63–72. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2018.10.004>
- Bánkuti, I. F., Damasceno, J. C., Bankuti, S. M. S., Kuwahara, K. C., & Prizon, R. C. (2018). Labor conditions and family succession in dairy production systems in Paraná State, Brazil. *Cahiers Agricultures*, 27(4), 45004. <https://doi.org/https://doi.org/10.1051/cagri/2018028>
- Baptista, J. R. V, Sugamoto, M., & Wavruk, P. (2011). Características e perspectivas da indústria de laticínios do Paraná. *Caderno Ipardes*, 1(1), 32–46.
- Bath, D. L. (1985). Nutritional Requirements and Economics of Lowering Feed Costs. *Journal of Dairy Science*, 68(6), 1579–1584. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(85\)80996-6](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(85)80996-6)
- Bazotti, A., Nazareno, L. R., & Sugamoto, M. (2012). Caracterização Socioeconômica e Técnica da Atividade Leiteira do Paraná. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*, 123, 213–234.
- Beber, C. L., Carpio, A. F. R., Almadani, M. I., & Theuvsen, L. (2019). Dairy supply chain in Southern Brazil: barriers to competitiveness. *International Food and Agribusiness Management Review*, (August), 1–24. <https://doi.org/10.22434/ifamr2018.0091>
- Becker, T., Kayser, M., Tonn, B., & Isselstein, J. (2018). How German dairy farmers perceive advantages and disadvantages of grazing and how it relates to their milk production systems. *Livestock Science*, 214, 112–119. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.05.018>
- Biradar, N., & Kumar, V. (2013). Analysis of fodder status in Karnataka. *Indian Journal of Animal Sciences*, 83(10), 1078–1083.

- Boerman, J. P., Potts, S. B., Vandehaar, M. J., Allen, M. S., & Lock, A. L. (2015). Milk production responses to a change in dietary starch concentration vary by production level in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, *98*(7), 4698–4706. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8999>
- Borges, J. A. R., Domingues, C. H. de F., Caldara, F. R., Rosa, N. P. da, Senger, I., & Guidolin, D. G. F. (2019). Identifying the factors impacting on farmers' intention to adopt animal friendly practices. *Preventive Veterinary Medicine*, *170*(June), 104718. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104718>
- Borges, J. A. R., & Oude Lansink, A. G. J. M. (2016). Identifying psychological factors that determine cattle farmers' intention to use improved natural grassland. *Journal of Environmental Psychology*, *45*, 89–96. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2015.12.001>
- Borges, J. A. R., Oude Lansink, A. G. J. M., Marques Ribeiro, C., & Lutke, V. (2014). Understanding farmers' intention to adopt improved natural grassland using the theory of planned behavior. *Livestock Science*, *169*, 163–174. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.09.014>
- Brasil. (2014). *Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia alimentar para a população brasileira* (2nd ed.). Brasília: Ministério da saúde.
- Brasil. (2018). *Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Pecuária de baixa emissão de carbono: Tecnologias de produção mais limpa e aproveitamento econômico dos resíduos da produção de bovinos de corte e leite em sistemas confinados*. Brasília: MAPA.
- Brasil. (2019). *Agropecuária Brasileira em Números - Valor Bruto da Produção - 2018*. Retrieved July 1, 2019, from <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/outras-publicacoes/201902-agropecuaria-brasileira-em-numeros>
- Brito, M. M., Bánkuti, F. I., Bánkuti, S. M. S., Ferreira, M. C. M., Damasceno, J. C., Santos, G. T. dos, & Zambom, M. A. (2015). Horizontal arrangements : strategy for reducing the asymmetry information for dairy farmers in Paraná , Brazil. *Ciência Rural*, *45*(11), 2069–2075. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20141724>
- Brito, M. M., Bánkuti, F. I., Bánkuti, S. M. S., Santos, G. T., Damasceno, J. C., & Massuda, E. M. (2015). Horizontal Arrangements and Competitiveness of Small-Scale Dairy Farmers in Paraná , Brazil. *International Food and Agribusiness Management Review*, *18*(4), 18. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.211658>
- Britt, J. H., Cushman, R. A., Dechow, C. D., Dobson, H., Humblot, P., Hutjens, M. F., & Jones, G. A. (2018). Invited review : Learning from the future — A vision for dairy farms and cows in 2067. *Journal of Dairy Science*, *101*(5), 3722–3741. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14025>
- Bryant, J., López-Villalobos, N., Holmes, C., & Pryce, J. (2005). Simulation modelling of dairy cattle performance based on knowledge of genotype , environment and genotype by environment interactions : current status. *Agricultural Systems*, *86*, 121–143. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2004.09.004>
- Buza, M. H., Holden, L. A., White, R. A., & Ishler, V. A. (2014). Evaluating the effect of ration composition on income over feed cost and milk yield. *Journal of Dairy Science*, *97*(5), 3073–3080. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7622>
- Caldarelli, C. E., & Bacchi, M. R. P. (2012). Fatores de influencia no preco do milho no Brasil. *Nova Economia*, *22*(1), 141–164. <https://doi.org/10.1590/S0103-63512012000100005>
- CEPEA. (2019). *Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada*.

- Chin, W. W. (2010). How to Write Up and Report PLS Analyses. In V. Esposito Vinzi, W. W. Chin, J. Henseler, & H. Wang (Eds.), *Handbook of Partial Least Squares: Concepts, Methods and Applications* (pp. 655–690). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-32827-8>
- CONAB. (2017). Acompanhamento da safra brasileira: grãos - Safra 2016/17, 4(1), 1–158. <https://doi.org/ISSN 2318-6852>
- Costa, J. H. C., Hötzel, M. J., Longo, C., & Balcão, L. F. (2012). A survey of management practices that influence production and welfare of dairy cattle on family farms in southern Brazil. *Journal of Dairy Science*, 96(1), 307–317. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5906>
- Daniel, J. L. P., Bernardes, T. F., Jobim, C. C., Schmidt, P., & Nussio, L. G. (2019). Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil. *Grass and Forage Science*, 74(2), 188–200. <https://doi.org/10.1111/gfs.12417>
- Defante, L., Damasceno, J. C., Bánkuti, F. I., & Ramos, C. E. C. de O. (2019). Typology of dairy production systems that meet Brazilian standards for milk quality. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 48(0), 2009–2016. <https://doi.org/10.1590/rbz4820180023>
- FAO. (2017). *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). The future of food and agriculture Trends and challenges*. Rome.
- FAO. (2018). Dairy Market Review. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 1–8. Retrieved from <http://www.fao.org/3/I9210EN/i9210en.pdf>
- FAO, IDF, & IFCN. (2014). *World mapping of animal feeding systems in the dairy sector*. Rome.
- FAOSTAT. (2018). Country Indicators. Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/en/#home>
- Ferenhof, H. A., Bonamigo, A., Cunha, A. Da, Tezza, R., & Forcellini, F. A. (2019). Relationship between barriers and key factors of dairy production in Santa Catarina, Brazil. *British Food Journal*, 121(2), 303–319. <https://doi.org/10.1108/BFJ-07-2018-0424>
- Ferraretto, L. F., Crump, P. M., & Shaver, R. D. (2013). Effect of cereal grain type and corn grain harvesting and processing methods on intake, digestion, and milk production by dairy cows through a meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, 96(1), 533–550. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5932>
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (2010). *Predicting and Changing Behavior: The Reasoned Action Approach*. New York: Psychology Press.
- Fleming, A., Abdalla, E. A., Maltecca, C., & Baes, C. F. (2018). Invited review: Reproductive and genomic technologies to optimize breeding strategies for genetic progress in dairy cattle. *Archives Animal Breeding*, 61(1), 43–57. <https://doi.org/10.5194/aab-61-43-2018>
- Foguesatto, C. R., Borges, J. A. R., & Machado, J. A. D. (2019). Farmers' typologies regarding environmental values and climate change: Evidence from southern Brazil. *Journal of Cleaner Production Journal*, 232, 400–407. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.275>
- Foote, R. H. (2002). The history of artificial insemination: Selected notes and notables 1 Early History of AI. *Journal of Animal Science*, 80(April), 1–10. https://doi.org/doi.org/10.2527/animalsci2002.80E-Suppl_21a
- Freitas, J. A. De, Lana, R. D. P., Magalhães, A. L. R., & Souza, J. C. De. (2006). Predição e validação do desempenho de vacas de leite nas condições brasileiras. *Arquivo Latino Americano de*

Produção Animal, 14, 120–134.

- Gabbi, A. M., Mcmanus, C. M., Silva, A. V., Marques, L. T., Zanela, M. B., Stumpf, M. P., & Fischer, V. (2013). Typology and physical – chemical characterization of bovine milk produced with different productions strategies. *Agricultural Systems*, 121, 130–134. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2013.07.004>
- Gábor, G., Kastelic, J., Abonyi-Tóth, Z., Gábor, P., Endrödi, T., & Balogh, O. (2016). Pregnancy Loss in Dairy Cattle : Relationship of Ultrasound , Blood Pregnancy- Specific Protein B , Progesterone and Production Variables. *Reproduction in Domestic Animals*, 51(4), 467–473. <https://doi.org/10.1111/rda.12703>
- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., ... Tempio, G. (2013). *Tackling climate change through livestock - A global assessment of emissions and mitigation opportunities*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (Vol. 14). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.074>
- Goes, R. H. de T. e B. de, Silva, L. H. X. da, & Souza, K. A. de. (2013). *Alimentos e alimentação animal*. Dourados-MS: Editora UFGD.
- Gonçalves, L. C., Borges, I., & Ferreira, P. D. S. (2009). *Alimentos para gado de leite*. FEPMVZ. Belo Horizonte.
- Gutierrez, G. S., Lana, R. P., Teixeira, C. R. V., Veloso, C. M., & Rennó, L. N. (2019). Performance of crossbred lactating cows at grazing in response to nitrogen supplementation and different levels of concentrate feed. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*, 71(3), 1005–1014. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-10265>
- Hair, J. F. J., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2009). *Multivariate Data Analysis* (7th ed.). Saddle River: Prentice Hall.
- Hair, J. F., Sarstedt, M., Hopkins, L., & Kuppelwieser, V. G. (2014). Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM): An emerging tool in business research. *European Business Review*, 26(2), 106–121. <https://doi.org/10.1108/EBR-10-2013-0128>
- Hair, J. F., Sarstedt, M., Ringle, C. M., & Mena, J. A. (2012). An assessment of the use of partial least squares structural equation modeling in marketing research. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 40(3), 414–433. <https://doi.org/10.1007/s11747-011-0261-6>
- Hills, J. L., Wales, W. J., Dunshea, F. R., Garcia, S. C., & Roche, J. R. (2015). Invited review: An evaluation of the likely effects of individualized feeding of concentrate supplements to pasture-based dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98(3), 1363–1401. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8475>
- Hynes, D. N., Stergiadis, S., Gordon, A., & Yan, T. (2016). Effects of crude protein level in concentrate supplements on animal performance and nitrogen utilization of lactating dairy cows fed fresh-cut perennial grass. *Journal of Dairy Science*, 99(10), 8111–8120. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11110>
- IBGE. (2018). ..Instituto brasileiro de geografia e estatística - Produção da Pecuária Municipal 2017, 45, 1–9.
- Janssen, E., & Swinnen, J. (2017). Technology adoption and value chains in developing countries : Evidence from dairy in India. *Food Policy*, (March 2016), 0–1. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2017.08.005>

- Jiang, F. G., Lin, X. Y., Yan, Z. G., Hu, Z. Y., Liu, G. M., Sun, Y. D., ... Wang, Z. H. (2017). Effect of dietary roughage level on chewing activity, ruminal pH, and saliva secretion in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, *100*(4), 2660–2671. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11559>
- Jiang, L., Zhang, J., Wang, H. H., Zhang, L., & He, K. (2018). The impact of psychological factors on farmers' intentions to reuse agricultural biomass waste for carbon emission abatement. *Journal of Cleaner Production*, *189*, 797–804. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.040>
- Jiao, H. P., Dale, A. J., Carson, A. F., Gordon, A. W., & Ferris, C. P. (2014). Effect of concentrate feed level on methane emissions from grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *97*(11), 7043–7053. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-7979>
- Jung, C. F., & Matte Júnior, A. A. (2017). Produção leiteira no Brasil e características da bovinocultura leiteira no Rio Grande do Sul. *Revista de História e Geografia Ágora*, *19*(1), 34–47. <https://doi.org/10.17058/agora.v19i1.8446>
- Kennedy, J., Dillon, P., Delaby, L., Faverdin, P., Stakelum, G., & Rath, M. (2010). Effect of Genetic Merit and Concentrate Supplementation on Grass Intake and Milk Production with Holstein Friesian Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, *86*(2), 610–621. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(03\)73639-x](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(03)73639-x)
- Khanal, A. R., Gillespie, J., & Macdonald, J. (2010). Adoption of technology , management practices , and production systems in US milk production. *Journal of Dairy Science*, *93*(12), 6012–6022. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3425>
- Koehler, H. S., Moraes, A. De, & Hack, E. (2008). Análise da viabilidade econômica da produção de leite a pasto e com suplementos na região dos Campos Gerais - Paraná. *Ciência Rural*, *38*(2), 2008.
- Koerich, G., Damasceno, J. C., Bánkuti, F. I., Parré, J. L., & dos Santos, G. T. (2019). Influence of forage production area, concentrate supply, and workforce on productive results in milk production systems. *Revista Brasileira de Zootecnia*, *48*(1). <https://doi.org/10.1590/rbz4820170177>
- Kühl, S., Flach, L., & Gauly, M. (2020). Economic assessment of small-scale mountain dairy farms in South Tyrol depending on feed intake and breed. *Italian Journal of Animal Science*, *19*(1), 41–50. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2019.1691064>
- Lange, M. J., Zambom, M. A., Ramos, C. E. C. de O., Castagnara, D. D., Bánkuti, F. I., Neumann, M. E., ... Tinini, R. C. dos R. (2016). Typology of dairy production systems based on the characteristics of management in the Region of West Paraná. *Semina: Ciências Agrárias*, *37*(1), 473. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n1p473>
- Lawrence, D. C., Donovan, M. O., Boland, T. M., Lewis, E., & Kennedy, E. (2015). The effect of concentrate feeding amount and feeding strategy on milk production , dry matter intake , and energy partitioning of autumn-calving Holstein-Friesian cows. *Journal Dairy Science*, *98*, 338–348. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-7905>
- Li, B., Fikse, W. F., Løvendahl, P., Lassen, J., Lidauer, M. H., Mäntysaari, P., & Berglund, B. (2018). Genetic heterogeneity of feed intake, energy-corrected milk, and body weight across lactation in primiparous Holstein, Nordic Red, and Jersey cows. *Journal of Dairy Science*, *101*(11), 10011–10021. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14611>
- Likert, R. (1932). A Technique For The Measurement of Attitude. *Archives of Psychology*, *42*(140),

5–55. <https://doi.org/2731047>

- Llanos, E., Astigarraga, L., & Picasso, V. (2018). Energy and economic efficiency in grazing dairy systems under alternative intensification strategies. *European Journal of Agronomy*, 92(October 2017), 133–140. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.10.010>
- Lopes, M. A., Santos, G., & Carvalho, F. D. M. (2012). Comparativo de indicadores econômicos da atividade leiteira de sistemas intensivos de produção de leite no Estado de Minas Gerais. *Revista Ceres*, 59(4), 458–465.
- Macmillan, K. L. (2010). Recent Advances in the Synchronization of Estrus and Ovulation in Dairy Cows. *Journal of Reproduction and Development*, 56(January 2010), S42-7. <https://doi.org/10.1262/jrd.1056s42>
- Maia, G. B. da S., Pinto, A. de R., Marques, C. Y. T., Roitman, F. B., & Lyra, D. D. (2018). Produção leiteira no Brasil. *BNDES Setorial*, 37, 371–398. Retrieved from <https://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>
- Maleksaeidi, H., Karami, E., & Zamani, G. H. (2015). Farm households' resilience scale under water scarcity. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 20, 1305–1318. <https://doi.org/10.1007/s11027-014-9546-7>
- Mazetto, A. M., Feigl, B. J., Schils, R. L. M., Cerri, C. E. P., & Cerri, C. C. (2015). Improved pasture and herd management to reduce greenhouse gas emissions from a Brazilian beef production system. *Livestock Science*, 175, 101–112. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.02.014>
- Mikkola, M., Andersson, M., & Taponen, J. (2015). Theriogenology Transfer of cattle embryos produced with sex-sorted semen results in impaired pregnancy rate and increased male calf mortality. *Theriogenology*, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.06.012>
- Morrison, A., C. Pietrobelli, and R. Rabellotti. 2008. Global Value Chains and Technological Capabilities: A Framework to Study Learning and Innovation in Developing Countries. *Oxford Dev. Stud.* 36:37–41. doi:10.1080/13600810701848144.
- Mottet, A., de Haan, C., Falcucci, A., Tempio, G., Opio, C., & Gerber, P. (2017). Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Global Food Security*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.01.001>
- Muñoz, C., Hube, S., Morales, J. M., Yan, T., & Ungerfeld, E. M. (2015). Effects of concentrate supplementation on enteric methane emissions and milk production of grazing dairy cows. *Livestock Science*, 175, 37–46. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.02.001>
- Nascimento, J. C. H. B. do, & Macedo, M. A. da S. (2016). Modelagem de Equações Estruturais com Mínimos Quadrados Parciais: um Exemplo da Aplicação do SmartPLS® em Pesquisas em Contabilidade. *Journal of Education and Research in Accounting*, 10(3), 289–313. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17524/repec.v10i3.1376>
- Neumann, M. E., Zambom, M. A., Lange, M. J., Bankuti, F. I., Castagnara, D. D., Dias, A. L. G., ... Fernandes, T. (2016). Typology of dairy production systems from West Parana State based on production indices and feed used. *Semina: Ciências Agrárias*, 37(3), 1565–1580. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n3p1565>
- Nicholson, C., Simões, A., LaPierre, A., & Van Amburgh, M. (2018). Modeling Complex Problems with System Dynamics: Applications in Animal Agriculture. *Journal of Animal Science*, 96(suppl_3), 83–83. <https://doi.org/10.1093/jas/sky404.183>

- North, D. C. (1990). *Political Economy of Institutions and Decisions*. (J. Alt & D. North, Eds.), *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. North, Douglass C. Cambridge. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511606892.012>
- Nousiainen, J., Rinne, M., & Huhtanen, P. (2009). A meta-analysis of feed digestion in dairy cows. 1. the effects of forage and concentrate factors on total diet digestibility. *Journal of Dairy Science*, *92*(10), 5019–5030. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1833>
- NRC. (2001). *National Research Council - Nutrient requirements of dairy cattle* (7th ed.). Washinton, D.C.
- Paixão, M. G., Lopes, M. A., Costa, G. M. da, Souza, G. N. De, Abreu, L. R. De, & Pinto, S. M. (2017). Milk quality and financial management at different scales of production on dairy farms located in the south of Minas Gerais state , Brazil. *Revista Ceres*, *64*(5), 213–221. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/0034-737x201764030001>
- Pereira, C. H., Patino, H. O., Hoshide, A. K., Abreu, D. C., Rotz, C. A., & Nabinger, C. (2018). Grazing supplementation and crop diversification benefits for southern Brazil beef: A case study. *Agricultural Systems*, *162*, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.01.009>
- Pereira, L. G. R. (2013). Métodos de avaliação e estratégias de mitigação de metano entérico em ruminantes. *Revista Colombiana De Ciencias Pecuarias*, *26*, 264–277. <https://doi.org/10.1017/S0010417500000463>
- Rangel, J., Espinosa, J. A., Pablos-Heredero, C. de, Barba, C., Velez, A., García, A., & Rivas, J. (2017). Adoption of innovations and organizational practices in management , animal feeding and reproduction in dual-purpose bovine of small farms in Mexico. *Revista Científica FCV-LUZ*, *27*(1), 44–55.
- Reid, M., O'Donovan, M., Murphy, J. P., Fleming, C., Kennedy, E., & Lewis, E. (2015). The effect of high and low levels of supplementation on milk production, nitrogen utilization efficiency, and milk protein fractions in late-lactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *98*(8), 5529–5544. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9016>
- Rennó, F. P., Pereira, J. C., Leite, C. A. M., Rodrigues, M. T., De Campos, O. F., Da Fonseca, D. M., & Rennó, L. N. (2008). Eficiência bioeconômica de estratégias de alimentação em sistemas de produção de leite. *Revista Brasileira de Zootecnia*, *37*(4), 743–753. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000400022>
- Resende, J. C., Freitas, A. F., Pereira, R. A. N., Silva, H. C. M., & Pereira, M. N. (2016). Determinantes de lucratividade em fazendas leiteiras de minas gerais. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, *68*(4), 1053–1061. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-8220>
- Rivas, J., Perea, J. M., De-Pablos-Heredero, C., Angon, E., Barba, C., & García, A. (2019). Canonical correlation of technological innovation and performance in sheep's dairy farms: Selection of a set of indicators. *Agricultural Systems*, *176*(June), 102665. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102665>
- Robinson, T., Thornton, P., Franceschini, G., Kruska, R., Chiozza, F., Notenbaert, A., ... others. (2011). *Global livestock production systems. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and International Livestock Research Institute (ILRI)*.
- Rocha, D. T. da, Resende, J. C. de, & Martins, P. do C. (2018). Evolução Tecnológica da Atividade Leiteira no Brasil: Uma Visão a Partir do Sistema de Produção da Embrapa Gado de Leite. *Embrapa Gado de Leite. Documentos*, *212*, *1*, 1–62. Retrieved from www.embrapa.br/fale

- Schwantes, F., & Bacha, C. J. C. (2017). Custos Sociais e Orçamentários das Políticas de Garantia de Preços no Brasil - estudo dos casos de arroz e milho. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 55(02), 367–388. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/1234-56781806-94790550209>
- Senger, I., Borges, J. A. R., & Machado, J. A. D. (2017). Using the theory of planned behavior to understand the intention of small farmers in diversifying their agricultural production. *Journal of Rural Studies*, 49, 32–40. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.10.006>
- Silva, D. P., Pedroso, A. M., Pereira, M. C. S., Bertoldi, G. P., Watanabe, D. H. M., Melo, A. C. B., & Millen, D. D. (2019). Survey of management practices used by Brazilian dairy farmers and recommendations provided by 43 dairy cattle nutritionists. *Canadian Journal of Animal Science*, 99(4), 890–904. <https://doi.org/https://doi.org/10.1139/cjas-2018-0004>
- Silva, M. S. J. da, Jobim, C. C., Poppi, E. C., Tres, T. T., & Osmari, M. P. (2015). Production technology and quality of corn silage for feeding dairy cattle in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 44(9), 303–313. <https://doi.org/10.1590/S1806-92902015000900001>
- Simões, A. R. P., Nicholson, C. F., Novakovic, A. M., & Protil, R. M. (2019). Dynamic impacts of farm-level technology adoption on the Brazilian dairy supply chain. *International Food and Agribusiness Management Review*, (September), 1–14. <https://doi.org/10.22434/IFAMR2019.0033>
- Smith, A., Snapp, S., Chikowo, R., Thorne, P., Bekunda, M., & Glover, J. (2017). Measuring sustainable intensification in smallholder agroecosystems: A review. *Global Food Security*, 12(July 2016), 127–138. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2016.11.002>
- Soder, K. J., & Rotz, C. A. (2001). Economic and Environmental Impact of Four Levels of Concentrate Supplementation in Grazing Dairy Herds. *Journal of Dairy Science*, 84(11), 2560–2572. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74709-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74709-1)
- Sok, J., Hogeveen, H., Elbers, A. R. W., & Oude Lansink, A. G. J. M. (2016). Using farmers' attitude and social pressures to design voluntary Bluetongue vaccination strategies. *Preventive Veterinary Medicine*, 133, 114–119. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2016.09.016>
- Souza, R. A. De, Tempelman, R. J., Allen, M. S., Weiss, W. P., Bernard, J. K., & Vandehaar, M. J. (2018). Predicting nutrient digestibility in high-producing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 101(2), 1123–1135. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13344>
- Teixeira, R. M. A., Lana, R. de P., Abreu, D. C. de, De, L., Fernandes, O., Oliveira, A. S. de, ... Ghedini, C. P. (2013). Eficiência de utilização de concentrado na produção de leite em vacas da raça Gir linhagem leiteira sob confinamento ou pastejo. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 1, 128–137.
- Thanh, L. P., & Suksombat, W. (2015). Milk production and income over feed costs in dairy cows fed medium-roasted soybean meal and corn dried distiller's grains with solubles. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 28(4), 519–529. <https://doi.org/10.5713/ajas.14.0685>
- van Dijk, W. F. A., Lokhorst, A. M., Berendse, F., & de Snoo, G. R. (2016). Factors underlying farmers' intentions to perform unsubsidised agri-environmental measures. *Land Use Policy*, 59, 207–216. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.09.003>
- Veltman, K., Rotz, C. A., Chase, L., Cooper, J., Ingraham, P., Izaurralde, R. C., ... Jolliet, O. (2018). A quantitative assessment of Beneficial Management Practices to reduce carbon and reactive

- nitrogen footprints and phosphorus losses on dairy farms in the US Great Lakes region. *Agricultural Systems*, 166(August 2017), 10–25. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.07.005>
- Vilela, D., de Resende, J. C., Leite, J. B., & Alves, E. (2017). A evolução do leite no Brasil em cinco décadas. *Política Agrícola*, 1, 5–24.
- Wauters, E., Bielders, C., Poesen, J., Govers, G., & Mathijs, E. (2010). Adoption of soil conservation practices in Belgium: An examination of the theory of planned behaviour in the agri-environmental domain. *Land Use Policy*, 27(1), 86–94. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2009.02.009>
- Williamson, O. E. (1985). *The Economic Institutions of Capitalism. Academy of Management Review* (Vol. 12). New York: The Free Press. <https://doi.org/10.5465/AMR.1987.4308003>
- Wirsenius, S., Azar, C., & Berndes, G. (2010). How much land is needed for global food production under scenarios of dietary changes and livestock productivity increases in 2030 ? *Agricultural Systems*, 103(9), 621–638. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2010.07.005>
- Yabe, M. T., Bankuti, F. I., Damasceno, J. C., & De Brito, M. M. (2015). Characteristics of milk production systems and feed strategies for dairy cows in the North and Northwest of Paraná State. *Semina: Ciências Agrárias*, 36(6), 4469–4479. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n6Supl2p4469>
- Zimpel, R., Bánkuti, F. I., Zambom, M. A., Kuwahara, K. C., & Bánkuti, S. M. S. (2017). Characteristics of the dairy farmers who perform financial management in Paraná State, Brazil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46(5), 421–428. <https://doi.org/10.1590/S1806-92902017000500008>
- Zympel, R., Bánkuti, F. I., Zambom, M. A., & Kuwahara, K. C. (2016). Caracterização Socioproductiva de Sistemas Produtivos Leiteiros. *Scientia Agraria Paranaensis*, 15(3), 283–290. <https://doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v15n3p283-290>

IV. Capítulo 1. Fatores de intensificação do uso de concentrado na dieta de vacas, a partir da percepção do produtor rural sobre as características do sistema leiteiro. *Factors influencing concentrate feeding: Dairy farmers' perceptions of dairy production system characteristics and market relations*

Resumo: O Brasil, um dos países líderes na produção leiteira, ainda possui baixa produtividade dos sistemas de produção. A baixa produtividade é considerada um dos principais fatores que reduzem a competitividade e está associada à escala de produção insuficiente e menor eficiência dos meios de produção. O uso de grãos na dieta dos animais é uma prática que tem se mostrado eficiente em elevar a produtividade dos animais e do sistema. Porém, essa prática é explorada de forma limitada nos sistemas brasileiros. Portanto, o objetivo deste trabalho foi identificar quais são os fatores que influenciam o uso de grãos em sistemas de produção de leite, a partir da percepção do produtor rural sobre as características dos sistemas leiteiros. Este estudo usa quatro construtos teóricos “Volumoso”, “Genética”, “Gestão” e “Mercado” derivados das características internas aos sistemas de produção leiteiros e percepções do produtor rural que possivelmente influenciam o uso de grãos em sistemas de produção de leite. A pesquisa foi realizada com 155 produtores de leite localizados do Estado do Paraná, Brasil. Utilizou-se a Modelagem de Equações Estruturais por Mínimos Quadrados Parciais (PLS-SEM) para análise dos dados. Os resultados mostraram que o uso de grãos em sistemas de produção de leite foi determinado principalmente pela genética do rebanho, aporte tecnológico para aprimoramento genético (Genética) e pela relação do produtor rural com o laticínio (Mercado). Os resultados também demonstraram que a percepção do produtor quanto a gestão de custos e controle de índices zootécnicos (Gestão), o tipo de forragem e a percepção da capacidade própria do produtor rural em ofertar forragens aos animais (Volumoso) influenciam o uso de grãos. A partir dos resultados, estratégias que visam incrementar a oferta de grãos em sistemas de produção de leite devem se concentrar em ordem de importância, no aprimoramento do padrão genético dos animais; na relação dos produtores rurais com os laticínios; na gestão financeira e índices zootécnicos do sistema e na oferta de volumoso aos animais.

Palavras-chave: Fazendas de leite; Mínimos quadrados parciais; Modelagem de equações estruturais; Percepção; Questionário.

Abstract: Brazil is one of the largest producers of milk in the world. However, Brazilian dairy farms have low productivity, impacting the competitiveness of the whole production chain. Supplementation of dairy cow diets with concentrate, a well-known and effective strategy to improve milk productivity indices, is not widely practiced in Brazil. Adoption of concentrate feeding depends on the perceptions held by dairy farmers about a set of factors that are internal and external to the dairy system. This study aimed to investigate factors that influence the use of concentrate in dairy farms based on farmers' perceptions of dairy system characteristics and relationships with the dairy industry. Data were collected through semi-structured interviews with 155 dairy farmers in Paraná State, Brazil. Partial least squares structural equation modeling was used to analyze the data. Dairy farmers' perceptions were measured by the theoretical constructs forage, genetics, management, and market. The results revealed that dairy farmers' decisions to adopt concentrate feeding were mainly determined by the genetic construct (defined by herd genetics and breeding technology) and the market construct (defined by market relations between farmers and the dairy industry). Concentrate feeding was also found to be influenced by farmers' perceptions about the management construct (management of costs and animal performance) and the forage construct (forage source and farmers' self-confidence to provide forage throughout the year). These findings suggest that strategies aimed at stimulating concentrate feeding in dairy farms should focus on the following factors (listed in order of importance): genetic improvement, farmer–industry relationships, financial and herd management, and forage supply and availability.

Keywords: dairy farm, milk, survey, partial least squares, structural equation modeling.

1. Introdução

O Brasil está entre os países que mais produzem leite no mundo. Em 2017, foram produzidos no país 33,50 bilhões de litros de leite, 4,13% da produção global (FAO, 2018; IBGE, 2018a). O leite está entre os produtos pecuários que mais contribuem no valor bruto de produção brasileira (Brasil, 2019). Trata-se de uma atividade que gera emprego e renda em todo país e que contribui de forma marcante para a fixação de pessoas no campo, reduzindo o êxodo rural e evitando a exclusão social (IBGE, 2018b; Rocha et al., 2018).

Entretanto, apesar do expressivo volume de produção e da importância social da atividade leiteira brasileira, alguns entraves ainda estão presentes nesta cadeia produtiva. Entre esses, a baixa produtividade do rebanho brasileiro, o não atendimento de critérios importantes de mercado, tais como volume e qualidade do leite e a baixa lucratividade destes sistemas, principalmente naqueles com menor escala e tecnologia de produção (Beber et al., 2019; Resende et al., 2016; Simões et al., 2019). Soma-se a estas condições, a sazonalidade da produção leiteira, impondo grande variação de volume de leite ao longo do ano (Beber et al., 2019; Ferenhof et al., 2019). Como consequência destes entraves, o Brasil não tem tido, ao longo dos anos, participação expressiva no mercado externo, sendo tipicamente um país importador de leite e derivados (FAO, 2018). Além disso, tal situação de baixa competitividade, têm levado muitos produtores de leite ao abandono da atividade, gerando problemas econômicos e sociais em diversas regiões do país, inclusive aqueles relacionados ao elevado índice de ociosidade na indústria de laticínios no país.

A baixa produtividade é considerada um dos principais fatores que reduzem a competitividade dos sistemas de produção de leite, estando associada com a baixa adoção de tecnologias, escala de produção insuficiente e menor eficiência dos meios de produção (Beber et al., (2019). Portanto, é evidente a necessidade de se desenvolver estratégias que tornem os sistemas leiteiros brasileiros mais competitivos, tanto sob aspecto produtivo, quanto econômico. Entre as possibilidades, a maior oferta de grãos aos animais de produção, dada sua rápida resposta para aumento de produtividade por animal, deve ser considerada (Bath, 1985; Jiao et al., 2014; Llanos et al., 2018; Notte et al., 2020). Principalmente, quando se considera que no Brasil a oferta de grãos aos animais leiteiros ainda é baixa (FAO et al., 2014; Silva et al., 2019).

A oferta de grãos aos animais de produção proporciona aumento do consumo de matéria seca e maior digestibilidade de nutrientes, possibilitando maior ingestão de energia pelos animais (Allen, 2000; Bargo et al., 2003; Bath, 1985). Como resultados se têm, além do aumento de produção de leite melhorias no escore de condição corporal, diluição dos custos fixos de produção, maior taxa de lotação

nos sistemas e maior produção de proteína de origem animal (Bargo et al., 2003; Bath, 1985; Llanos et al., 2018; Notte et al., 2020; Souza et al., 2018), incrementando a competitividade dos sistemas leiteiros.

Entretanto, há que se considerar que a maior oferta de grãos aos animais de produção pode levar a problemas de saúde como acidose, acidose ruminal subaguda e menor desempenho reprodutivo das vacas (Bramley et al., 2008; Humer et al., 2018; NRC, 2001). Portanto é necessário cautela sobre a decisão em elevar a proporção de grãos na dieta dos animais. Porém, Silva et al. (2019) consideram que no Brasil, por causa das grandes concentrações de fibra utilizadas na dieta de gado leiteiro, esses problemas de saúde são pouco observados. Os autores argumentam ainda, que produtores de leite brasileiros poderiam se beneficiar, com maior produtividade, caso utilizassem maior volume de grãos nas dietas das vacas lactantes.

Muito embora, entenda-se que a decisão de ofertar maior quantidade de grãos aos animais possa ser influenciada por um conjunto grande de variáveis internas e externas aos sistemas de produção, a interpretação destas variáveis e as ações que serão tomadas, depende da percepção do produtor rural (Becker et al., 2018; Hyland et al., 2018). A percepção e as ações adotadas no sistema de produção têm sido constantemente avaliadas, dada sua importância para definição de estratégias e políticas públicas para os diversos setores agropecuários (Bánkuti et al., 2020; Becker et al., 2018; Ferenhof et al., 2019; Foguesatto et al., 2019). Porém, até o momento, não há trabalhos que busquem analisar a percepção de produtores sobre o uso de grãos em sistemas leiteiros no Brasil.

Diante do exposto, o objetivo desse artigo é identificar quais são os fatores que influenciam o uso de grãos em sistemas de produção de leite, a partir da percepção do produtor rural sobre as características dos sistemas leiteiros. A partir destes resultados, estratégias para incrementar a maior inclusão de grãos nos sistemas leiteiros podem ser desenvolvidas.

2. Conceptual framework

Estudos que buscam analisar os sistemas de produção agropecuários possuem abordagens interdisciplinares. São consideradas nestas análises, as características da produção agrícola, os recursos naturais e os fatores humanos (Jones et al., 2016). Sob as características de produção, avaliam-se, produto principal do sistema, as características e o volume de produção, as tecnologias empregadas, entre outras (Rivas et al., 2019; Robinson et al., 2011). Na análise dos recursos naturais, consideram-se a disponibilidade de área e água para produção, o tipo de solo, a região geográfica entre outros

(Bánkuti and Caldas, 2018; Hanrahan et al., 2018; Jones et al., 2016). E, sob o aspecto humano, consideram-se, o tipo de mão de obra e as características do produtor rural e de sua família, entre essas, idade, anos de estudo, aspectos culturais, percepção pessoal entre outros (Bankuti et al., 2018; Borges and Lansink, 2015; Defante et al., 2019). Diferentemente dos trabalhos já realizados, busca-se analisar os fatores que influenciam, de maneira direta, o uso de grãos em sistemas de produção de leite, a partir da percepção do produtor rural sobre as características dos sistemas leiteiros. A partir dos resultados alcançados foram definidas estratégias para maior inclusão de grãos nos sistemas leiteiros.

Muito embora estudos já tenham demonstrado associação positiva entre o maior uso de grãos e os fatores - relação com a indústria compradora de leite ou com a cooperativa, (Duncan et al., 2013), forma de manejo da fonte de volumosos ofertados aos animais (Biradar and Kumar, 2013; Koerich et al., 2019) e a genética e manejo reprodutivo (Lima, 2018), todos esses são estudos que avaliam o uso de grãos de maneira independente. Portanto, são escassos, estudos que analisam a interrelação das características internas e a percepção do produtor rural a determinados manejos e práticas, sobre o uso de grãos.

Entre os diversos métodos quantitativos utilizados para analisar sistemas de produção animal, aqueles que utilizam análises multivariadas têm sido empregados frequentemente. Entre esses estão, a análise de componentes principais (Gabbi et al., 2013; Koerich et al., 2019), análise fatorial exploratória (Brito et al., 2015b), análise fatorial confirmatória (Maleksaeidi et al., 2015), e a modelagem de equações estruturais (Adnan et al., 2017; Borges et al., 2019). Em alguns casos, a análise de cluster em conjunto com a análise fatorial também é utilizada, com a finalidade de tipificar os sistemas de produção (Bánkuti et al., 2020; Brito et al., 2015b; Koerich et al., 2019; Lange et al., 2016).

Com exceção da modelagem de equações estruturais (SEM), essas técnicas buscam principalmente reduzir o conjunto de variáveis coletadas em fatores ou também chamados de construtos latentes. Esses construtos são criados a partir das variáveis coletadas que apresentam elevada correlação. A SEM, além de medir os construtos latentes, também testa relações direta entre esses construtos (Hair et al., 2014, 2009). Quando os dados apresentam desvio de normalidade é recomendado a abordagem não paramétrica por mínimos quadrados parciais (PLS) (Hair et al., 2014).

Para identificação de construtos latentes que envolvem as características internas aos sistemas de produção leiteiros aliadas às percepções do produtor rural, pesquisadores têm utilizado variáveis que envolvam as características dos sistemas e os métodos de produção (Brito et al., 2015b; Defante et al., 2019; Shukla et al., 2019), e as percepções dos produtores quanto a sua avaliação pessoal em

desenvolver um determinado manejo ou prática (Adnan et al., 2017; Bánkuti et al., 2020; Becker et al., 2018; Borges et al., 2019).

A literatura apresenta sugestões de variáveis que envolvem as características dos sistemas de produção de leite e percepções do produtor rural que possivelmente se correlacionam e que podem influenciar o uso de grãos, tais como: 1) tipo de volumoso produzido e a capacidade do produtor rural em produzir volumoso em quantidade e qualidade ao longo do ano (Auldist et al., 2013; Becker et al., 2018; Koerich et al., 2019); 2) padrão genético do rebanho e manejo reprodutivo (Fleming et al., 2018; Hills et al., 2015; Kennedy et al., 2010); 3) gestão de custos e controle de índices zootécnicos (Buza et al., 2014; Resende et al., 2016; Silva et al., 2015) e 4) relação do produtor rural com o laticínio (Beber et al., 2019; Casali et al., 2020; Duncan et al., 2013).

Portanto, a partir do aporte teórico, construtos que influenciam o uso de grãos em sistemas de produção de leite foram definidos das seguintes pressuposições:

1) Volumoso - O volumoso é um alimento que compõe a dieta dos animais. Quanto melhor a produção de volumoso (qualidade e quantidade), maiores serão os ganhos em produção de leite, principalmente, quando o volumoso é associado ao fornecimento de grãos na dieta dos animais (Auldist et al., 2013). O uso de forragens conservadas é uma estratégia que contribui para a oferta regular de volumoso de boa qualidade (Daniel et al., 2019). Produtores de leite que usam as pastagens como fonte principal de volumoso, possuem maior dependências das condições climáticas e podem tender a ofertar menor quantidade de grãos na dieta dos animais (Becker et al., 2018; Biradar and Kumar, 2013) devido ao menor retorno econômico ao uso de grãos nessas condições (Kühl et al., 2020).

2) Genética – O uso de tecnologias reprodutivas como inseminação artificial, protocolos hormonais e transferência de embrião, proporcionam ganho genético dos animais (Fleming et al., 2018). Entretanto, animais de genética superior possuem maior produção de leite e maiores exigências nutricionais, que podem ser supridas pela oferta de grãos (Hills et al., 2015; Kennedy et al., 2010).

3) Gestão – A percepção do produtor quanto a gestão de custos e controle de índices zootécnicos contribui para a tomada de decisões assertivas (Alary et al., 2016; Notte et al., 2020; Silva et al., 2015). Desta forma, a melhor gestão da propriedade pode facilitar a inserção de alimentos que elevam a produção de leite (Buza et al., 2014; Notte et al., 2020) e consequentemente, que resultam em maior lucratividade dos sistemas de produção de leite (Buza et al., 2014; Resende et al., 2016).

4) Mercado - A melhor relação do produtor de leite com os laticínios pode reduzir a assimetria de informação e facilitar as negociações entre esses dois agentes (Beber et al., 2019; Brito et al., 2015a;

Casali et al., 2020), desta forma, pode favorecer a inclusão de grãos na dieta dos animais (Duncan et al., 2013).

Assim, foram desenvolvidas quatro hipóteses (Figura 3):

H1 – O construto “Volumoso” tem influência positiva e significativa sobre uso de grãos em sistemas de produção de leite.

H2 – O construto “Genética” tem influência positiva e significativa sobre uso de grãos em sistemas de produção de leite.

H3 – O construto “Gestão” tem influência positiva e significativa sobre uso de grãos em sistemas de produção de leite.

H4 – O construto “Mercado” tem influência positiva e significativa sobre uso de grãos em sistemas de produção de leite.

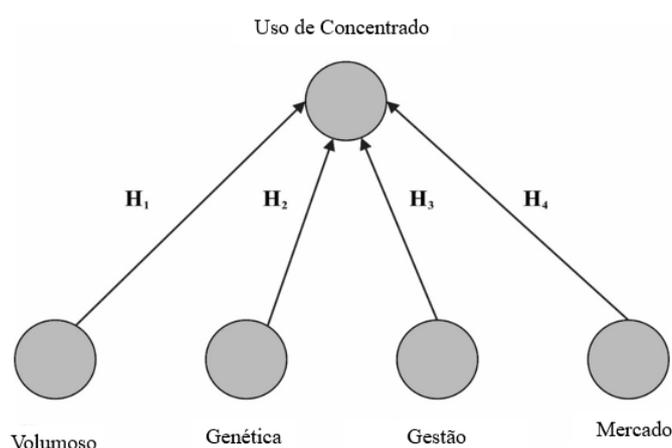


Figura 3: Conceitual teórico. Elaborado pelos autores.

3. Material e métodos

Descrição da área

A produção de leite ocorre em todas as regiões brasileiras, entre essas, a região Sul é aquela com maior representatividade e maior índice de produtividade de leite na produção nacional. Em 2017, a região Sul do Brasil produziu 11,90 bilhões de litros de leite, contribuindo com 35,70% da produção nacional e obteve produtividade de 3284 litros de leite/vaca/ano, sendo superior à produtividade média nacional que foi de 1963 litros de leite/vaca/ano (IBGE, 2018a).

Os produtores de leite analisados neste estudo estavam localizados na Região Sul do Brasil, no Estado do Paraná. O Paraná desempenha importante papel econômico e social na pecuária leiteira (Bánkuti and Caldas, 2018), sendo o terceiro estado com maior volume de produção de leite, 4,4 milhões de toneladas em 2017 (IBGE, 2018a). Além disso, o Estado do Paraná está entre os maiores produtores e exportadores de grãos de milho e soja. Na safra 2017/18, o Paraná produziu 11,90 milhões de toneladas de milho e 19,1 milhões de toneladas de soja. Esses volumes representaram respectivamente, 14,73% e 16,05% do volume da produção brasileira desses grãos (SEAB, 2019). O milho e a soja representam as principais fontes de energia e proteína nos alimentos concentrados que compõem a dieta de vacas em lactação no estado (Neumann et al., 2016).

Os sistemas de produção de leite no estado do Paraná são heterogêneos, segundo características estruturais, produtivas e sobre aspectos sociais do produtor rural. Apesar da heterogeneidade, geralmente possuem pequenas áreas de terra, utilizam mão de obra familiar e sistemas de produção a pasto. Sob os aspectos sociais, o tomador de decisões possui em geral, baixa escolaridade e idade mediana ou avançada (Bánkuti et al., 2020; Bankuti et al., 2018; Bazotti et al., 2012; Brito et al., 2015b; Defante et al., 2019).

O Estado ainda possui ampla rede de Indústrias de laticínios já instaladas e consolidadas, que facilitam o processamento, venda e a negociação do leite em diversos mercados. Porém, nestas indústrias há elevada capacidade ociosa de produção, estimada em 43,10% (Baptista et al., 2011). Diante disso, torna-se importante a busca por estratégias que visam a maior produtividade em sistemas de produção de leite no Estado, que poderão favorecer toda a cadeia produtiva.

Amostragem

Os agricultores foram selecionados por conveniência e amostragem *snowball* (Yabe et al., 2015). Desta forma, identificou-se linhas de coleta de leite, a partir de informações e junto a órgãos oficiais de assistência técnica e extensão rural do Estado do Paraná. Os primeiros produtores entrevistados indicam um conjunto de outros produtores que podem estar dispostos a participar da pesquisa. A abordagem aos produtores foi iniciada pela apresentação dos objetivos da pesquisa, seguida da solicitação sobre uma concordância do produtor rural em participar da pesquisa, respondendo ao questionário. Havendo autorização, a pesquisa teve continuidade. Desta forma, o questionário foi aplicado “face-to-face” pelo primeiro autor, junto a 155 produtores rurais, entre junho a agosto de 2019. Como ferramentas de coleta de dados foram utilizados dispositivo móvel – tablet e o software QuickTapSurvey (QuickTapSurvey, 2019).

Este estudo foi aprovado pelo Comitê Permanente de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Estadual de Maringá, Paraná, Brasil (protocolo nº 3.961.092).

Variáveis coletadas e suas aplicações

Os dados foram coletados por meio da aplicação do questionário, dividido em duas partes. Inicialmente foram coletadas variáveis sociodemográficas, estruturais e produtivas para caracterização da amostra (Tabela 1). A segunda parte, para a formação dos construtos, foram coletadas variáveis que envolveram características do rebanho, métodos de produção, percepção dos produtores sobre manejos ou práticas (produção volumoso, genética do rebanho, gestão de custos e índices zootécnicos e relação com o laticínio), quantidade diária de grãos ofertada para vacas em lactação e o volume total de grãos utilizado nos sistemas de produção de leite (Tabela 1).

As variáveis que envolveram as características do rebanho, métodos de produção e quantidade diária de grãos ofertada para vacas em lactação e o volume total de grãos utilizado nos sistemas de produção de leite foram ordenados de forma crescente, conforme os níveis de uso (Bánkuti et al., 2020; Brito et al., 2015b; Defante et al., 2019; Shukla et al., 2019) (Tabela 1). As variáveis acerca da percepção dos produtores sobre manejos ou práticas foram definidas a partir de escala Likert de cinco pontos ancorada nos pontos extremos, sendo um (1,0) a resposta mais negativa e cinco (5,0) a mais positiva (Tabela 1) (Becker et al., 2018; Borges et al., 2019; Ferenhof et al., 2019) (Tabela 1).

Desta forma, o primeiro construto nomeado “Genética” foi definido pelas variáveis Gn1 a Gn5. Este construto é indicador do padrão genético dos animais, da homogeneidade do rebanho em aspectos raciais e aporte tecnológico adotado no manejo reprodutivo para aprimorar a genética dos animais (Tabela 1).

O segundo construto nomeado “Volumoso” foi definido pelas variáveis Fr1 a Fr4 e indica o tipo de base forrageira utilizada no sistema e a percepção produtor sobre a capacidade própria em suprir, em qualidade e quantidade a demanda de forragens pelos animais (Tabela 1).

O terceiro construto nomeado “Gestão” compreendeu as variáveis Mn1, Mn2 e Mn3 e indica a percepção pessoal do produtor quanto ao nível de controle econômico e zootécnico exercido pelo produtor rural (Tabela 1).

O quarto construto foi nomeado “Mercado” e foi definido pelas variáveis Mr1, Mr2 e Mr3 e indica a relação do produtor rural com o laticínio, envolvendo a quantidade de possíveis compradores do leite, o nível de bonificação recebido e capacidade de negociação com o laticínio (Tabela 1).

O quinto construto foi nomeado “Uso de Grãos” e foi definido pelas variáveis Gr1 e Gr2 indicando a quantidade de grãos utilizadas nos sistemas de produção de leite (Tabela 2).

Tabela 2. Descrição das variáveis coletadas.

Variáveis	Descrição	Tipo de resposta
D1 ^a	Idade	Anos
D2 ^a	Escolaridade	Anos
D3 ^a	Experiência	Anos
D4 ^a	Área total	Hectares
D5 ^a	Área para leite	Hectares
D6 ^a	Produção do Sistema	Litros/dia
D7 ^a	Produção vacas lactação	Litros/dia
D8 ^{fa}	Vacas lactantes	Número de animais
D9 ^a	Vacas totais	Número de animais
D10 ^a	Rebanho total	Número de animais
Gn1 ^b	Genética do touro ou sêmen.	1) Sem raça definida (SRD) 2) Raça de Corte 3) Mestiço 4) Raça pura
Gn2 ^b	Capacidade de renovar o rebanho com genética superior.	Likert ^g
Gn3 ^b	Homogeneidade, em aspectos raciais do seu rebanho	Likert ^g
Gn4 ^b	Genética das vacas	1) SRD 2) SRD + Mestiça 3) Mestiça 4) Mestiça + Raça pura 5) Raça pura
Gn5 ^b	Input tecnológico no manejo reprodutivo	1) Somente Touro 2) Touro + Inseminação artificial (IA) 3) Soemente IA 4) IA + protocolo hormonal (PH) 5) IA + PH + Transferência de embrião
Fr1 ^c	Como você avalia a qualidade do volumoso ofertado aos animais?	Likert ^g
Fr2 ^c	Como você avalia a sua capacidade de ofertar volumoso ao longo do ano?	Likert ^g
Fr3 ^c	Base forrageira principal	1) Pastagens perenes (PP) 2) PP + pastagens de inverno 3) PP + silagem de milho (SM) 4) Somente SM 5) SM + feno e/ou pré-secado

Fr4 ^c	Quão independente você é em relação as condições climáticas, para ofertar volumoso aos animais?	Likert ^g
Mn1 ^d	Qual seu nível de conhecimento sobre o custo de produzir um litro de leite?	Likert ^g
Mn2 ^d	Como você avalia o controle de custo da fazenda?	Likert ^g
Mn3 ^d	Como você avalia o controle de índices zootécnicos da fazenda?	Likert ^g
Mr1 ^e	Como você avalia o nível de bonificação que você recebe da indústria?	Likert ^g
Mr2 ^e	Qual é a sua capacidade de negociação com a indústria?	Likert ^g
Mr3 ^e	Quantos compradores (laticínios) estão dispostos a comprar o leite produzido na fazenda?	1) Apenas um 2) Dois 3) Três 4) Quatro 5) Cinco ou mais
Gr1 ^f	Quantidade diária de grãos introduzida no sistema	1) ≤ 100 Kg/dia 2) > 100 a 200 Kg/dia 3) > 200 a 400 Kg/dia 4) > 400 a 800 Kg/dia 5) > 800 Kg/dia
Gr2 ^f	Quantidade diária de grãos na dieta de vacas em lactação	1) ≤ 2 Kg/dia; 2) >2,0 a 4,0 Kg/dia 3) > 4,0 a 5,0 Kg/dia 4) > 5,0 a 7,5 Kg/dia 5) > 7,5 Kg/dia

^aD = Variáveis descritivas da amostra; ^bGn = Construto Genética; ^cFr = Construto Volumoso; ^dMn = Construto Gestão; ^eMr = Construto Mercado; ^fGr = Construto Uso de grãos; ^gEscala Likert (1 = muito baixo; 2 = baixo; 3 = Nem alto nem baixo (Indiferente); 4 = Alto; 5 = Muito alto).

Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas em duas etapas. Primeiro, a estatística descritiva das variáveis sociodemográfica, estruturais e produtivas para caracterizar a amostra, por meio de valores médios, desvio padrão e valores máximos e mínimos. A análise descritiva foi realizada no software IBM SPSS v. 18. Na segunda etapa, utilizou-se o Partial-Least-Square Structural Equation Modeling (PLS-SEM) para medir os construtos e testar o impacto destes sobre o uso de concentrado em sistemas de produção de leite. Para a realização da PLS-SEM foi utilizado o software Smart PLS.

Partial-Least-Square Structural Equation Modeling (PLS-SEM)

Para a modelagem de equações estruturais (SEM) é possível utilizar duas abordagens distintas. A abordagem paramétrica baseada em covariância (CB-SEM) e a abordagem não paramétrica por mínimos quadrados parciais (PLS-SEM) (Hair et al., 2012). Quando os dados não apresentam característica de distribuição normal é recomendado a abordagem não paramétrica - PLS-SEM (Adnan et al., 2017; Hair et al., 2012). Assim, a PLS-SEM foi utilizada por ser mais apropriada aos dados e atender os objetivos deste estudo.

Nesta análise, as variáveis coletadas (Tabela 2), foram utilizadas como variáveis reflexivas de seus respectivos construtos. Usando uma abordagem em dois estágios (Chin, 2010), inicialmente, confirmou-se o modelo de medição satisfatório. Considerando os critérios previstos pelo Convergent reliability e Internal consistency foi avaliado a confiabilidade da consistência interna das variáveis coletadas que formam cada construtos. Com o critério de Convergent validity, valiou-se a proporção de variação em que as variáveis coletadas compartilham o mesmo construto. O critério de Discriminant validity indicou a extensão que um construto é verdadeiramente distinto dos demais (Borges et al., 2019; Chin, 2010; Hair et al., 2014). Todos os limiares foram baseados em Hair et al. (2014) e Chin (2010) e são apresentados a seguir entre parênteses. Verificou-se a Convergent reliability observando as cargas fatoriais ($> 0,7$), alfa de Cronbach ($> 0,7$) e Rho A ($> 0,7$). Verificou-se a Internal consistency observando a confiabilidade composta (RC) ($> 0,7$). O Convergent validity foi verificado observando a variância média extraída (AVE) ($> 0,5$) e o Discriminant validity foi verificado observando o Cross-loading (a carga fatorial do item do construto atribuído, deve ser maior que em outros construtos, com a condição de que o valor de corte da carga fatorial seja superior a 0,70), critério Fornell-Lacker (raiz quadrada do AVE de cada fator deve ter valor maior que as correlações com outros fatores latentes) e o Heterotrait-Monotrait (HTMT).

Após a confirmação do modelo de medição, o modelo estrutural foi avaliado baseado na Variance inflation factor (VIF) ($< 4,00$) que verifica a existência de multicolinearidade entre os construtos. Avaliaram-se os Path coefficients, que representam as relações hipotéticas que ligam os construtos; Effect size (f^2) de cada path coefficients, que foi determinado a partir do Cohen's f^2 (Hair et al., 2014). Usando o método blindfolding foi calculado o Cross-validated redundancy (q^2) para avaliar a relevância preditiva de cada path coefficient (Borges et al., 2019; Hair et al., 2014). Por fim, foi avaliado o Coefficient of Determination Adjusted (R^2), que é a medida de precisão preditiva do modelo (Hair et al., 2014, 2009). Foi adotado o nível de significância de 10%.

4. Resultados

Análise descritiva - As informações descritivas das características socioeconômicas, estruturais e produtivas da amostra são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Análise descritiva das características sociodemográficas, estruturais e produtivas da amostra.

	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	48,80	13,02	18,00	77,00
Escola (anos)	8,60	3,87	0,00	16,00
Experiência (anos)	21,56	14,32	1,00	60,00
Área total (ha)	28,62	41,03	1,20	314,60
Área para leite (ha)	18,47	21,50	1,20	181,50
Produção do Sistema (L/dia)	426,66	506,56	20,00	3100,00
Produção vacas lactação (L/dia)	13,88	5,61	3,30	40,00
Vacas lactantes (cabeças)	27,55	24,07	2,00	125,00
Vacas totais (cabeças)	38,32	29,97	5,00	145,00
Rebanho total (cabeças)	59,61	48,18	5,00	250,00

Modelo de Medição da PLS-SEM - A avaliação do modelo de medição não necessitou de modificações. Portanto, os resultados da avaliação do modelo de medição para confiabilidade dos construtos, confiabilidade convergente e consistência interna (Tabela 4), bem como os resultados da avaliação da validade discriminante (Tabela 5), sugerem um modelo de medição válido.

Tabela 4. Cargas fatoriais padronizadas (em negrito), Cronbach's alpha, Rho A, Variância média extraída (AVE) e Confiabilidade de construção (CR) do modelo de medição.

	Gn ¹	Fr ²	Mn ³	Mr ⁴	Gr ⁵
	Gn ₁ 0,831	Fr ₁ 0,934	Mn ₁ 0,970	Mr ₁ 0,820	Gr ₁ 0,907
	Gn ₂ 0,901	Fr ₂ 0,921	Mn ₂ 0,975	Mr ₂ 0,875	Gr ₂ 0,906
	Gn ₃ 0,878	Fr ₃ 0,863	Mn ₃ 0,945	Mr ₃ 0,743	
	Gn ₄ 0,867	Fr ₄ 0,788			
	Gn ₅ 0,814				
Cronbach's alpha	0,910	0,899	0,961	0,743	0,783
Rho A	0,916	0,902	0,970	0,744	0,783
AVE	0,737	0,771	0,928	0,663	0,821
CR	0,933	0,930	0,974	0,854	0,902

¹Gn = Construto Genética; ²Fr = Construto Volumoso; ³Mn = Construto Gestão; ⁴Mr = Construto Mercado; ⁵Gr = Construto Uso de grãos.

Tabela 5. Critério de Fornell-Lacker e Heterotrait-Monotrait (HTMT).

Fornell-Lacker					
	Gn ¹	Fr ²	Mn ³	Mr ⁴	Gr ⁵
Gn	0,858				
Fr	0,574	0,878			
Mn	0,509	0,403	0,963		
Mr	0,582	0,353	0,474	0,814	
Gr	0,562	0,448	0,475	0,508	0,906
Heterotrait-Monotrait (HTMT)					
	Gn ¹	Fr ²	Mn ³	Mr ⁴	Gr ⁵
Gn					
Fr	0,626				
Mn	0,545	0,431			
Mr	0,702	0,425	0,556		
Gr	0,658	0,529	0,544	0,665	

¹Gn = Construto Genética; ²Fr = Construto Volumoso; ³Mn = Construto Gestão; ⁴Mr = Construto Mercado; ⁵Gr = Construto Uso de grãos.

Modelo Estrutural da PLS-SEM - Após a obtenção do modelo de medição válido, foram testadas as hipóteses através do modelo estrutural (Tabela 6 e Figura 4). Os valores de VIF foram inferiores a 4, indicando que não há multicolinearidade entre os constructos.

O coeficiente de trilha do fator “Volumoso” em uso de grãos foi positivo e significativo ($p = 0,065$) (Tabela 6), indicando que a hipótese H1 (o construto “Volumoso” tem influência positiva e significativa sobre uso de grãos em sistemas de produção de leite) foi aceita.

O coeficiente de trilha do fator “Genética” foi positivo e significativo ($p = 0,005$) sobre o uso de grãos (Tabela 6), indicando que a hipótese H2 (o construto “Genética” tem influência positiva e significativa sobre uso de grãos em sistemas de produção de leite) foi aceita.

O coeficiente de trilha do fator “Gestão” foi positivo e significativo ($p = 0,032$) sobre o uso de grãos (Tabela 6), indicando que a hipótese H3 (o construto “Gestão” tem influência positiva e significativa sobre uso de grãos em sistemas de produção de leite) foi aceita.

O coeficiente de trilha do fator “Mercado” foi positivo e significativo ($p = 0,004$) sobre o uso de grãos (Tabela 6), indicando que a hipótese H4 (o construto “Mercado” tem influência positiva e significativa sobre uso de grãos em sistemas de produção de leite) foi aceita.

Esses quatro fatores explicaram 40,90% ($R^2 = 0,409$) da variabilidade do uso de grãos em sistemas de produção de leite.

Tabela 6. Resultados do modelo estrutural.

Hipóteses	Relação ^a	Std. Beta	Std. Error	t-value [^]	p-value	Decisão	f ²	q ²	95% CILL	95% CI UL
H1	Fr => Gr	0,148	0,082	18,498†	0,065	Aceita	0,02	0,01	0,011	0,275
H2	Gn => Gr	0,261	0,091	28,137**	0,005	Aceita	0,05	0,02	0,124	0,409
H3	Mn => Gr	0,173	0,083	21,494*	0,032	Aceita	0,03	0,02	0,039	0,306
H4	Mr => Gr	0,229	0,077	28,668**	0,004	Aceita	0,05	0,03	0,105	0,357

^a Gn = Construto Genética; Fr = Construto Volumoso; Mn = Construto Gestão; Mr = Construto Mercado; Gr = Construto Uso de grãos. † p < 0.10; *p < 0.05; **p < 0.01

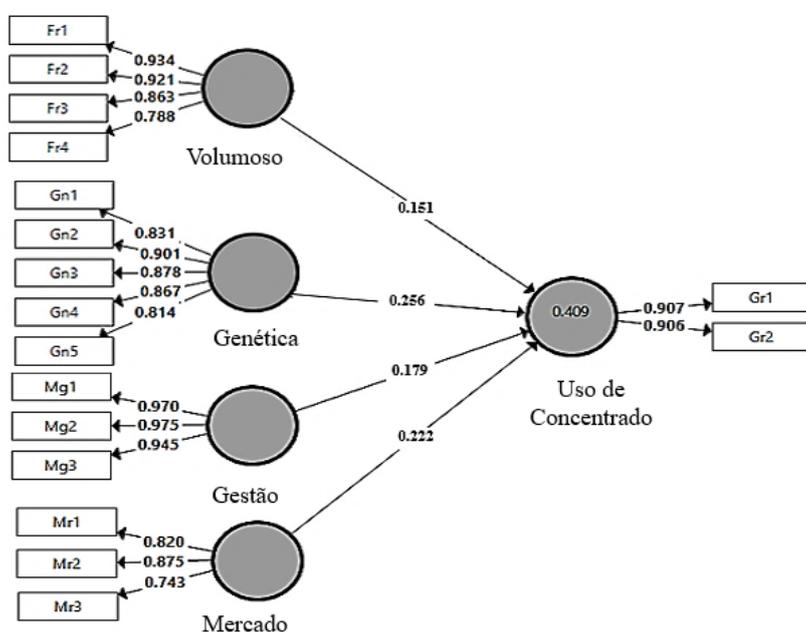


Figura 4: Cargas fatoriais padronizadas e coeficientes de trajetória do modelo estrutural. Círculos cinza representam os construtos latentes. As setas representam relacionamentos de dependência. O coeficiente de determinação é apresentado dentro do círculo.

5. Discussão

Neste estudo foram identificadas quais variáveis internas aos sistemas leiteiros e percepções dos produtores em desenvolver determinados manejos ou práticas, possuem influência no uso de grãos em sistemas de produção de leite. As descobertas deste estudo ajudam a entender alguns dos motivos pelos quais parte dos produtores de leite no Estado do Paraná utilizam maior volume de grãos do que outros produtores. Desta forma, estes resultados podem subsidiar estratégias para maior inclusão de grãos em sistemas de produção de leite.

Os elevados valores de desvio padrão, próximos dos valores médios, demonstram elevada heterogeneidade entre os sistemas de produção de leite estudados (Tabela 3). As características dos produtores e dos sistemas de produção analisados estão coerentes com outros trabalhos realizados no Estado do Paraná (Bánkuti et al., 2020; Bankuti et al., 2018; Casali et al., 2020; Defante et al., 2019; Yabe et al., 2015; Zimpel et al., 2017). Esses estudos evidenciaram grande diversidade nos sistemas de produção de leite no Estado do Paraná, tanto em relação às características internas do sistema, quanto aquelas sociodemográficas do produtor rural. Esses estudos demonstraram que o produtor de leite típico do Estado do Paraná possui idade média de 45 anos e mais de 15 anos na atividade leiteira. Além disso, a área total dos sistemas de produção é de aproximadamente 30 hectares. Deste total, 15 hectares são utilizados para manter rebanho médio de vacas de 30 animais. A coerência entre os resultados alcançados e os demais trabalhos indica a boa representatividade da amostra analisada neste estudo.

Por meio do modelo de medição da PLS-SEM, foram identificados conjuntos de variáveis que apresentaram adequada estrutura de correlação e, portanto, reduziram a menor número de dimensões - quatro construtos “Volumoso”, “Genética”, “Gestão” e “Mercado”. Estes construtos envolveram as características dos sistemas de produção de leite e as percepções dos produtores rurais quanto as práticas e manejos realizados. Construtos semelhantes foram discutidos em outros trabalhos que estudaram sistemas de produção de leite no Paraná (Bánkuti et al., 2020; Defante et al., 2019; Koerich et al., 2019). Os conjuntos de variáveis coletadas neste estudo, poderão ser utilizados para embasar estudos subsequentes que busquem analisar as características dos sistemas de produção de leite e as percepções dos produtores rurais a determinados manejos e práticas que influenciam o uso de grãos em sistemas de produção de leite, principalmente em outras regiões do Brasil ou em países que apresentem características semelhantes.

Por meio do modelo estrutural da PLS-SEM, foi encontrado o impacto dos construtos “Volumoso”, “Genética”, “Gestão” e “Mercado” sobre o uso de grãos em sistemas de produção de leite. O coeficiente de determinação (R^2) revelou que esses fatores explicam 40,09% do uso de grãos (Tabela 6). No artigo metodológico realizado por Hair et al. (2012) os autores enfatizaram que os valores ideais de R^2 dependem das características da pesquisa. No presente trabalho de caráter exploratório, contendo mais de 100 participantes e com 4 variáveis independentes, o valor encontrado é satisfatório (Hair et al., 2009). Porém, não exclui a possibilidade da existência de outros fatores que também expliquem o uso de grãos em sistemas de produção de leite.

Os valores de q^2 foram diferentes de zero para todos os construtos (Tabela 6), indicando a existência de relevância preditiva dos coeficientes de trilha dos quatro construtos analisados sobre o

uso de grãos em sistemas de produção de leite (Hair et al., 2014). Os valores de f^2 e de coeficientes de trilha do modelo estrutural revelaram que “Genética” e “Mercado” possuem maiores efeitos sobre o uso de grãos que os demais construtos. O construto “Gestão” possui efeito intermediário e o construto “Volumoso” o menor efeito em explicar o uso de grãos em sistemas de produção de leite (Borges et al., 2019; Hair et al., 2014).

Para o construto de maior efeito sobre o uso de grãos (Genética), deve-se considerar que em sistemas de produção de leite compostos por rebanhos mais especializados – raças puras com aptidão leiteira, bem como para aqueles sistemas em que o uso de tecnologias reprodutivas é mais frequente, os produtores tendem a ofertar maior volume de grãos. O uso de tecnologias reprodutivas favorece o ganho genético do rebanho (Fleming et al., 2018), assim, animais de maior mérito genético possuem maior exigência nutricional (Allen, 2000; Kennedy et al., 2010). Neste caso, produtores podem ofertar grãos na dieta dos animais com objetivo de suprir as exigências de produção. De acordo com Rivas et al. (2019), técnicas voltadas para melhorar a genética e o manejo reprodutivo, estão fortemente correlacionadas com o desempenho produtivo e requerem mudanças estruturais e o melhor uso da terra, por meio da melhor oferta de alimentos para os animais.

De forma análoga, o baixo nível genético dos animais de produção, o baixo aporte de tecnologias reprodutivas e o uso de touros de raça de corte são fatores que têm limitado a maior oferta de grãos em sistemas de produção de leite. As menores respostas econômica e produtiva ao uso de grãos em rebanhos de genética inferior, pode ser um explicativo da menor oferta de grãos nesses sistemas. A genética das vacas lactantes possui influência sobre capacidade de transformação dos nutrientes dietéticos, em síntese do leite (Bryant et al., 2005). Desta forma, animais de genética menos especializada à produção de leite, possuem menor eficiência de transformação dos nutrientes dietéticos, em leite (Bath, 1985; Bryant et al., 2005; Kennedy et al., 2010), produto comercializado pelo produtor.

O construto “Mercado” também se mostrou importante para a explicação do uso de grãos nos sistemas leiteiros. Pôde-se identificar que produtores de leite que possuem melhor relação com o laticínio, via por exemplo, definição de acordos para bonificações de preço atreladas a características do leite, bem como, aqueles que comercializam leite para laticínios e apresentam maior flexibilidade para negociação, tendem a ofertar maior quantidade de grãos na dieta dos animais.

Um das explicações deste achado, é que no Brasil a comercialização do leite entre produtores rurais e laticínios ocorre, principalmente por meio de acordos verbais de compra e venda, sem garantias mínimas de preço e de volume transacionado (Bánkuti et al., 2014; Beber et al., 2019).

O uso de concentrado em sistemas de produção de leite aumenta os custos de produção (Hanrahan et al., 2018; Resende et al., 2016), portanto, a melhor relação dos produtores com o laticínio pode reduzir os riscos das transações e elevar a confiança entre os agentes (Beber et al., 2019; Brito et al., 2015a; Casali et al., 2020; Ferenhof et al., 2019), facilitando a maior introdução de grãos na dieta dos animais. Os resultados (ou estes resultados) estão de acordo com Duncan et al. (2013) que encontraram o maior uso de grãos em sistemas de produção de leite nos quais os produtores possuíram melhor relação com os laticínios, em país em desenvolvimento, como o Brasil.

A influência do construto “Gestão” sobre o uso de grãos nos sistemas leiteiros, indicou que produtores que fazem maior controle dos custos de produção e dos índices zootécnicos, ofertam maior quantidade de grãos na dieta dos animais. O controle de custos e dos índices zootécnicos permite que o produtor rural tome decisões mais assertivas (Alary et al., 2016; Notte et al., 2020; Silva et al., 2015), diminuindo os riscos econômicos e produtivos. Portanto, é possível inferir que o uso de grãos em sistemas de produção de leite está limitado ao aumento dos riscos econômicos do uso de grãos, proveniente do aumento dos custos e a falta de gestão do sistema produtivo, tanto em relação à gestão de custos quanto de indicadores zootécnicos

Embora o maior uso de grãos represente aumentos dos custos de produção, estudos realizados no Brasil têm mostrado que a maior oferta de grãos na dieta dos animais pode garantir maior margem de lucro e apresentar renda líquida positiva (Resende et al., 2016; Simões et al., 2019). Isso ocorre pois os ganhos em produtividade por meio do maior uso de grãos têm superado o aumento do custo de produção, garantindo o aumento da receita sobre o custo de alimentação (Baars, 1998; Bath, 1985; Kühn et al., 2020; Resende et al., 2016). Em adicional, Buza et al. (2014) evidenciaram que a melhor estratégia para melhorar a relação entre o custo de alimento e a receita do sistema não é a redução do custo da alimentação, mas sim, a oferta de alimentos de melhor qualidade.

Vale salientar que a grande parte dos sistemas leiteiros paranaenses, classificados como de pequena ou média escala de produção, com baixo emprego de tecnologias e que são geridos por produtores com baixo grau de instrução formal (Bánkuti et al., 2020; Bankuti et al., 2018; Casali et al., 2020; Defante et al., 2019; Yabe et al., 2015; Zimpel et al., 2017), a gestão de custos em sistemas leiteiros paranaenses é uma atividade raramente praticada (Bánkuti et al., 2020; Zimpel et al., 2017).

Para o construto “Volumoso”, identificou-se que produtores que ofertam forragens conservadas e possuem percepção positiva da sua própria capacidade de produzir volumoso em qualidade e quantidade e fazem o maior uso de grãos em sistemas de produção de leite. Em condições de oferta adequada de volumoso, produtores tendem a ofertar maior quantidade de grãos por causa de

ganhos em produção de leite (Auld et al., 2013; Kühl et al., 2020; Llanos et al., 2018). A oferta regular de volumoso ao longo do ano tem sido associada à produção de forragens conservadas e manejo adequado da base forrageira (Daniel et al., 2019; Hanrahan et al., 2018).

De forma análoga, os resultados mostram que o uso de pastagens perenes como fonte principal de volumoso e a percepção negativa da capacidade própria do produtor rural em ofertar volumoso aos animais são fatores que limitam o uso de grãos em sistemas de produção de leite. Esses resultados corroboram estudos anteriores, os quais encontraram produtores rurais que não possuem adequada produção de forragens nos sistemas (Biradar and Kumar, 2013), mas possuem maior dependência de pastagens perenes como fonte principal de volumoso (Becker et al., 2018; Kühl et al., 2020; Llanos et al., 2018), reduzem a oferta de grãos aos animais.

O baixo efeito encontrado neste estudo para o construto “Volumoso”, deve-se em parte às características do sistema de produção a pasto presente nos casos analisados e na grande maioria dos sistemas de produção de leite no Paraná e em todo o país. Nos sistemas de produção a pasto, quando não há adequada produção de forragens ao longo do ano, produtores tendem a ofertar grãos aos animais (Bazotti et al., 2012; Neumann et al., 2016). Este aumento de oferta de grãos, tem como objetivo principal suprir a demanda de nutrientes das vacas, utilizando os grãos apenas como estratégia de manutenção e não como estratégia principal de produção (Neumann et al., 2016). Segundo Bazotti et al. (2012) a cerca de 40% do total de produtores de leite no estado do Paraná, fazem o fornecimento de grãos às vacas pela insuficiência de produção de forragens, principalmente na época de estiagem, e não com o objetivo de aumentar a produtividade dos animais.

Diante dos resultados encontrados neste trabalho, recomendam-se as seguintes estratégias para a maior oferta de grãos nos sistemas leiteiros: (i) o desenvolvimento ações para melhorar o padrão genético dos animais de produção. Para tanto, propõem-se o maior uso de técnicas reprodutivas, tais como a inseminação artificial e a transferência de embrião, que facilitam a inclusão de material genético superior; (ii) melhoria das relações entre produtores rurais e laticínios, por meio do estabelecimento de acordos para bonificação do preço a ser pago pelo leite com melhor qualidade e maior volume, reduzindo a assimetria de informações entre esses agentes e consequentemente, permitindo maior previsibilidade a médio e longo prazos, tanto para produtores rurais, quanto para a indústria, que trabalha com elevada ociosidade; (iii) conscientização dos produtores sobre a necessidade de controlar os custos de produção e os índices zootécnicos no sistema de produção. Isso pode ocorrer através de treinamentos para o uso de planilhas eletrônicas e coleta de dados que pode ser feito por extensionistas públicos e pelos técnicos das empresas de laticínios. Nessas relações de parceria, há incentivos para ambos os agentes – produtores rurais e empresas de laticínios, bem como,

governo, principalmente se considerada a importância econômica e social da atividade leiteira no Estado do Paraná e em todo o país; (iv) conscientização sobre a importância e benefícios da oferta regular de volumoso aos animais, a partir da correta gestão da base forrageira. Neste sentido, assim como para o treinamento de técnicas de gestão, o interesse de ambas as partes deverá ser suficiente para que ações públicas e privadas – empresas de laticínios devam ser buscadas. Importante ressaltar que no Estado do Paraná e em grande parte do Brasil, há órgãos oficiais do governo responsáveis por assessorar e auxiliar produtores rurais em todas as etapas de produção. Entretanto, questiona-se a eficiência destes sistemas e a clareza dos gestores das empresas de laticínios sobre a importância da definição de relações de parceria.

6. Conclusão

Os resultados fornecem *insights* que podem ser usados para entender o uso de grãos, bem como desenvolver estratégias que visam a maior introdução de grãos em sistemas de produção de leite. Em ordem de importância o construto “Genética”, seguido dos construtos “Mercado”, “Gestão” e “Volumoso” influenciam o uso de grão em sistemas de produção de leite. Portanto, é possível definir que o baixo padrão genético dos animais, aliado ao limitado uso de tecnologias reprodutivas “Genética” e, também a pior relação do produtor rural com o laticínio “Mercado”, são os principais fatores que limitam uso de grãos em sistemas de produção de leite. O menor controle dos custos de produção e dos índices zootécnicos “Gestão” e a maior dependência do uso de pastagens perenes, aliado com a percepção negativa da capacidade própria do produtor em ofertar volumoso “Volumoso”, também limitam o uso de grãos em sistemas de produção de leite. Os construtos “Gestão” e “Volumoso” tiveram efeito moderado e baixo, respectivamente. Desta forma, estratégias que visam incrementar a oferta de grãos em sistemas de produção de leite, devem se concentrar em ordem de importância, no aprimoramento do padrão genético dos animais; na relação dos produtores rurais com os laticínios; na gestão financeira e índices zootécnicos do sistema e na oferta de volumoso aos animais.

7. Acknowledgments

Os autores agradecem a todos os produtores rurais que participaram desta pesquisa e à CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa de estudo concedida ao primeiro autor.

8. Referências

- Anan, N., Nordin, S.M., bin Abu Bakar, Z., 2017. Understanding and facilitating sustainable agricultural practice: A comprehensive analysis of adoption behaviour among Malaysian paddy farmers. *Land use policy* 68, 372–382. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.07.046>
- Alary, V., Corbeels, M., Affholder, F., Alvarez, S., Soria, A., Valadares Xavier, J.H., Silva, F.A.M., Scopel, E., 2016. Economic assessment of conservation agriculture options in mixed crop-livestock systems in Brazil using farm modelling. *Agric. Syst.* 144, 33–45. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.01.008>
- Allen, M.S., 2000. Effects of Diet on Short-Term Regulation of Feed Intake by Lactating Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 83, 1598–1624. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(00\)75030-2](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(00)75030-2)
- Auldust, M.J., Marett, L.C., Greenwood, J.S., Hannah, M., Jacobs, J.L., Wales, W.J., 2013. Effects of different strategies for feeding supplements on milk production responses in cows grazing a restricted pasture allowance. *J. Dairy Sci.* 96, 1218–1231. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6079>
- Baars, R.M.T., 1998. Nutrition Management , Nitrogen Efficiency , and Income Over Feed Cost on Dairy Farms in Costa Rica. *J. Dairy Sci.* 81, 801–806. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75637-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75637-1)
- Bánkuti, F.I., Bánkuti, S.M.S., De Castro, P.L., Brito, M.M., De Farias, C.V.T., Damasceno, J.C., 2014. Análise da Competitividade Potencial da Produção Leiteira na Microrregião de Maringá. *Informações Econômicas* 44, 12.
- Bánkuti, F.I., Caldas, M.M., 2018. Geographical milk redistribution in Paraná State, Brazil: Consequences of institutional and market changes. *J. Rural Stud.* 64, 63–72. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2018.10.004>
- Bánkuti, F.I., Prizon, R.C., Damasceno, J.C., Brito, M.M. De, Pozza, M.S.S., Lima, P.G.L., 2020. Farmers ' actions toward sustainability : a typology of dairy farms according to sustainability indicators. *Animal* 1–7. <https://doi.org/10.1017/S1751731120000750>
- Bankuti, I.F., Damasceno, J.C., Bankuti, S.M.S., Kuwahara, K.C., Prizon, R.C., 2018. Labor conditions and family succession in dairy production systems in Paraná State, Brazil. *Cah. Agric.* 27, 45004. <https://doi.org/https://doi.org/10.1051/cagri/2018028>
- Baptista, J.R. V, Sugamoto, M., Wavruk, P., 2011. Características e perspectivas da industria de laticínios do Paraná. *Cad. Ipardes* 1, 32–46.

Bargo, F., Muller, L.D., Kolver, E.S., Delahoy, J.E., 2003. Invited Review : Production and Digestion of Supplemented Dairy Cows on Pasture. *J. Dairy Sci.* 86, 1–42. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73581-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73581-4)

Bath, D.L., 1985. Nutritional Requirements and Economics of Lowering Feed Costs. *J. Dairy Sci.* 68, 1579–1584. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(85\)80996-6](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(85)80996-6)

Bazotti, A., Nazareno, L.R., Sugamoto, M., 2012. Caracterização Socioeconômica e Técnica da Atividade Leiteira do Paraná. *Rev. Parana. Desenvol.* 123, 213–234.

Beber, C.L., Carpio, A.F.R., Almadani, M.I., Theuvsen, L., 2019. Dairy supply chain in Southern Brazil: barriers to competitiveness. *Int. Food Agribus. Manag. Rev.* 1–24. <https://doi.org/10.22434/ifamr2018.0091>

Becker, T., Kayser, M., Tonn, B., Isselstein, J., 2018. How German dairy farmers perceive advantages and disadvantages of grazing and how it relates to their milk production systems. *Livest. Sci.* 214, 112–119. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.05.018>

Biradar, N., Kumar, V., 2013. Analysis of fodder status in Karnataka. *Indian J. Anim. Sci.* 83, 1078–1083.

Borges, J.A.R., Domingues, C.H. de F., Caldara, F.R., Rosa, N.P. da, Senger, I., Guidolin, D.G.F., 2019. Identifying the factors impacting on farmers' intention to adopt animal friendly practices. *Prev. Vet. Med.* 170, 104718. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104718>

Borges, J.A.R., Lansink, A.G.J.M.O., 2015. Comparing groups of Brazilian cattle farmers with different levels of intention to use improved natural grassland. *Livest. Sci.* 178, 296–305. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.05.035>

Bramley, E., Lean, I.J., Fulkerson, W.J., Stevenson, M.A., Rabiee, A.R., Costa, N.D., 2008. The Definition of Acidosis in Dairy Herds Predominantly Fed on Pasture and Concentrates. *J. Dairy Sci.* 91, 308–321. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-601>

Brasil, 2019. Agropecuária Brasileira em Números - Valor Bruto da Produção - 2018 [WWW Document]. URL <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/outras-publicacoes/201902-agropecuaria-brasileira-em-numeros> (accessed 7.1.19).

Brito, M.M., Bánkuti, F.I., Bánkuti, S.M.S., Ferreira, M.C.M., Damasceno, J.C., Santos, G.T. dos, Zambom, M.A., 2015a. Horizontal arrangements: strategy for reducing the asymmetry information for dairy farmers in Paraná, Brazil. *Ciência Rural* 45, 2069–2075. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20141724>

Brito, M.M., Bánkuti, F.I., Bánkuti, S.M.S., Santos, G.T., Damasceno, J.C., Massuda, E.M., 2015b. Horizontal Arrangements and Competitiveness of Small-Scale Dairy Farmers in Paraná , Brazil. *Int. Food Agribus. Manag. Rev.* 18, 18.

Bryant, J., López-Villalobos, N., Holmes, C., Pryce, J., 2005. Simulation modelling of dairy cattle performance based on knowledge of genotype , environment and genotype by environment interactions : current status. *Agric. Syst.* 86, 121–143. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2004.09.004>

Buza, M.H., Holden, L.A., White, R.A., Ishler, V.A., 2014. Evaluating the effect of ration composition on income over feed cost and milk yield. *J. Dairy Sci.* 97, 3073–3080. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7622>

Casali, M., Mendonça, B.S. de, Brito, M.M. de, Santos, M.G.R. dos, Lima, P.G.L., Siqueira, T.T. da S., Damasceno, J.C., Bánkuti, F.I., 2020. Information asymmetry among dairy producers in Paraná , Brazil Assimetria de informação entre produtores de leite no Estado do Paraná. *Semin. Ciências Agrárias* 41, 293–304. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n1p293>

Chin, W.W., 2010. How to Write Up and Report PLS Analyses, in: Esposito Vinzi, V., Chin, Wynne W., Henseler, J., Wang, H. (Eds.), *Handbook of Partial Least Squares: Concepts, Methods and Applications*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 655–690. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-32827-8>

Daniel, J.L.P., Bernardes, T.F., Jobim, C.C., Schmidt, P., Nussio, L.G., 2019. Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil. *Grass Forage Sci.* 74, 188–200. <https://doi.org/10.1111/gfs.12417>

Defante, L., Damasceno, J.C., Bánkuti, F.I., Ramos, C.E.C. de O., 2019. Typology of dairy production systems that meet Brazilian standards for milk quality. *Rev. Bras. Zootec.* 48, 2009–2016. <https://doi.org/10.1590/rbz4820180023>

Duncan, A.J., Teufel, N., Mekonnen, K., Singh, V.K., Bitew, A., Gebremedhin, B., 2013. Dairy intensification in developing countries: Effects of market quality on farm-level feeding and breeding practices. *Animal* 7, 2054–2062. <https://doi.org/10.1017/S1751731113001602>

FAO, 2018. Dairy Market Review. Food Agric. Organ. United Nations 1–8.

FAO, IDF, IFCN, 2014. World mapping of animal feeding systems in the dairy sector. Rome.

Ferenhof, H.A., Bonamigo, A., Cunha, A. Da, Tezza, R., Forcellini, F.A., 2019. Relationship between barriers and key factors of dairy production in Santa Catarina, Brazil. *Br. Food J.* 121, 303–319. <https://doi.org/10.1108/BFJ-07-2018-0424>

Fleming, A., Abdalla, E.A., Maltecca, C., Baes, C.F., 2018. Invited review: Reproductive and genomic technologies to optimize breeding strategies for genetic progress in dairy cattle. *Arch. Anim. Breed.* 61, 43–57. <https://doi.org/10.5194/aab-61-43-2018>

Foguesatto, C.R., Borges, J.A.R., Machado, J.A.D., 2019. Farmers' typologies regarding environmental values and climate change: Evidence from southern Brazil. *J. Clean. Prod.* 232, 400–407. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.275>

Gabbi, A.M., Mcmanus, C.M., Silva, A. V., Marques, L.T., Zanela, M.B., Stumpf, M.P., Fischer, V., 2013. Typology and physical – chemical characterization of bovine milk produced with different productions strategies. *Agric. Syst.* 121, 130–134. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2013.07.004>

Hair, J.F., Sarstedt, M., Hopkins, L., Kuppelwieser, V.G., 2014. Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM): An emerging tool in business research. *Eur. Bus. Rev.* 26, 106–121. <https://doi.org/10.1108/EBR-10-2013-0128>

Hair, J.F., Sarstedt, M., Ringle, C.M., Mena, J.A., 2012. An assessment of the use of partial least squares structural equation modeling in marketing research. *J. Acad. Mark. Sci.* 40, 414–433. <https://doi.org/10.1007/s11747-011-0261-6>

Hair, J.F.J., Black, W.C., Babin, B.J., Anderson, R.E., 2009. *Multivariate Data Analysis*, 7th ed. Prentice Hall, Saddle River.

Hanrahan, L., McHugh, N., Hennessy, T., Moran, B., Kearney, R., Wallace, M., Shalloo, L., 2018. Factors associated with profitability in pasture-based systems of milk production. *J. Dairy Sci.* 101, 5474–5485. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13223>

Hills, J.L., Wales, W.J., Dunshea, F.R., Garcia, S.C., Roche, J.R., 2015. Invited review: An evaluation of the likely effects of individualized feeding of concentrate supplements to pasture-based dairy cows. *J. Dairy Sci.* 98, 1363–1401. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8475>

Humer, E., Petri, R.M., Aschenbach, J.R., Bradford, B.J., Penner, G.B., Tafaj, M., Südekum, K., 2018. Invited review: Practical feeding management recommendations to mitigate the risk of subacute ruminal acidosis in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 101, 872–888. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13191>

Hyland, J.J., Heanue, K., McKillop, J., Micha, E., 2018. Factors underlying farmers' intentions to adopt best practices: The case of paddock based grazing systems. *Agric. Syst.* 162, 97–106. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.01.023>

IBGE, 2018a. Instituto brasileiro de geografia e estatística - Produção da Pecuária Municipal 2017 45, 1–9.

IBGE, 2018b. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Índice nacional de preços ao consumidor amplo - IPCA [WWW Document]. URL <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9256-indice-nacional-de-precos-ao-consumidor-amplo.html?=&t=o-que-e>

Jiao, H.P., Dale, A.J., Carson, A.F., Gordon, A.W., Ferris, C.P., 2014. effect of concentrate feed level on methane emissions from grazing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97, 7043–7053. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-7979>

Jones, J.W., Antle, J.M., Basso, B., Boote, K.J., Conant, R.T., Foster, I., Godfray, H.C.J., Herrero, M., Howitt, R.E., Janssen, S., Keating, B.A., Munoz-Carpena, R., Porter, C.H., Rosenzweig, C., Wheeler, T.R., 2016. Brief history of agricultural systems modeling. *Agric. Syst.* 155, 240–254. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.05.014>

Kennedy, J., Dillon, P., Delaby, L., Faverdin, P., Stakelum, G., Rath, M., 2010. Effect of Genetic Merit and Concentrate Supplementation on Grass Intake and Milk Production with Holstein Friesian Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 86, 610–621. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(03\)73639-x](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(03)73639-x)

Koerich, G., Damasceno, J.C., Bánkuti, F.I., Parré, J.L., Santos, G.T. dos, 2019. Influence of forage production area, concentrate supply, and workforce on productive results in milk production systems. *Rev. Bras. Zootec.* 48. <https://doi.org/10.1590/rbz4820170177>

Kühl, S., Flach, L., Gauly, M., 2020. Economic assessment of small-scale mountain dairy farms in South Tyrol depending on feed intake and breed. *Ital. J. Anim. Sci.* 19, 41–50. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2019.1691064>

Lange, M.J., Zambom, M.A., Ramos, C.E.C. de O., Castagnara, D.D., Bánkuti, F.I., Neumann, M.E., Brito, M.M. de, Tinini, R.C. dos R., 2016. Typology of dairy production systems based on the characteristics of management in the Region of West Paraná. *Semin. Ciências Agrárias* 37, 473. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n1p473>

Lima, P.G.L., 2018. Padrão racial das vacas leiteiras e qualidade do sistema forrageiro determinam o uso de grãos em sistemas de produção no Paraná. *Universidade Estadual de Maringá.*

Llanos, E., Astigarraga, L., Picasso, V., 2018. Energy and economic efficiency in grazing dairy systems under alternative intensification strategies. *Eur. J. Agron.* 92, 133–140. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.10.010>

Maleksaeidi, H., Karami, E., Zamani, G.H., 2015. Farm households ' resilience scale under water scarcity. *Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Chang.* 20, 1305–1318. <https://doi.org/10.1007/s11027-014-9546-7>

Neumann, M.E., Zambom, M.A., Lange, M.J., Bankuti, F.I., Castagnara, D.D., Dias, A.L.G., Dos Reis Tinini, R.C., Fernandes, T., 2016. Typology of dairy production systems from West Parana State based on production indices and feed used. *Semin. Agrar.* 37, 1565–1580. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n3p1565>

Notte, G., Cancela, H., Pedemonte, M., Chilibroste, P., Rossing, W., Groot, J.C.J., 2020. A multi-objective optimization model for dairy feeding management. *Agric. Syst.* 183, 102854. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102854>

NRC, 2001. National Research Council - Nutrient requirements of dairy cattle, 7th ed. Washinton, D.C.

QuickTapSurvey, 2019. QuickTapSurvey - Data collection software [WWW Document]. URL <https://www.quicktapsurvey.com/>

Resende, J.C., Freitas, A.F., Pereira, R.A.N., Silva, H.C.M., Pereira, M.N., 2016. Determinantes de lucratividade em fazendas leiteiras de minas gerais. *Arq. Bras. Med. Veterinária e Zootec.* 68, 1053–1061. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-8220>

Rivas, J., Perea, J.M., De-Pablos-Heredero, C., Angon, E., Barba, C., García, A., 2019. Canonical correlation of technological innovation and performance in sheep's dairy farms: Selection of a set of indicators. *Agric. Syst.* 176, 102665. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102665>

Robinson, T., Thornton, P., Franceschini, G., Kruska, R., Chiozza, F., Notenbaert, A., Cecchi, G., Herrero, M., Epprecht, M., Fritz, S., others, 2011. Global livestock production systems, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and International Livestock Research Institute (ILRI),.

Rocha, D.T. da, Resende, J.C. de, Martins, P. do C., 2018. Evolução Tecnológica da Atividade Leiteira no Brasil: Uma Visão a Partir do Sistema de Produção da Embrapa Gado de Leite. *Embrapa Gado Leite. Doc.* 212 1, 1–62.

SEAB, 2019. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento - Milho - Análise da Conjuntura 1–17.

Shukla, R., Agarwal, A., Gornott, C., Sachdeva, K., Joshi, P. k, 2019. Farmer typology to understand differentiated climate change adaptation in Himalaya. *Nature/Scientific Reports* 9, 1–12. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41598-019-56931-9>

Silva, D.P., Pedroso, A.M., Pereira, M.C.S., Bertoldi, G.P., Watanabe, D.H.M., Melo, A.C.B., Millen, D.D., 2019. Survey of management practices used by Brazilian dairy farmers and recommendations provided by 43 dairy cattle nutritionists. *Can. J. Anim. Sci.* 99, 890–904. <https://doi.org/https://doi.org/10.1139/cjas-2018-0004>

Silva, M.F. da, Pereira, J.C., Gomes, S.T., Nascif, C., Gomes, A.P., 2015. Avaliação dos indicadores zootécnicos e econômicos em sistemas de produção de leite. *Rev. Política Agrícola* 24, 62–73.

Simões, A.R.P., Nicholson, C.F., Novakovic, A.M., Protil, R.M., 2019. Dynamic impacts of farm-level technology adoption on the Brazilian dairy supply chain. *Int. Food Agribus. Manag. Rev.* 1–14. <https://doi.org/10.22434/IFAMR2019.0033>

Souza, R.A. De, Tempelman, R.J., Allen, M.S., Weiss, W.P., Bernard, J.K., Vandehaar, M.J., 2018. Predicting nutrient digestibility in high-producing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 101, 1123–1135. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13344>

Yabe, M.T., Bankuti, F.I., Damasceno, J.C., De Brito, M.M., 2015. Characteristics of milk production systems and feed strategies for dairy cows in the North and Northwest of Paraná State. *Semin. Agrar.* 36, 4469–4479. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n6Sup12p4469>

Zimpel, R., Bánkuti, F.I., Zambom, M.A., Kuwahara, K.C., Bánkuti, S.M.S., 2017. Characteristics of the dairy farmers who perform financial management in Paraná State, Brazil. *Rev. Bras. Zootec.* 46, 421–428. <https://doi.org/10.1590/S1806-92902017000500008>

V.Capítulo 2. Fatores sociopsicológicos e a intenção de maior uso de grãos na alimentação de vacas leiteiras. *Socio-psychological factors influencing dairy farmers' intention to adopt high-grain feeding.*

Resumo: Os objetivos com este estudo foram identificar o impacto da atitude, controle comportamental percebido e norma subjetiva na intenção dos produtores de leite em aumentar o uso de grãos na dieta de vacas em lactação. A teoria do comportamento planejado (TPB) foi utilizada como aporte teórico. Além disso, foram coletados variáveis e informações qualitativas com 150 produtores de leite localizados no estado do Paraná, Brasil. Para análise dos dados, empregou-se a Modelagem de Equações Estruturais - Parciais Mínimos Quadrados (PLS-SEM). Identificou-se o impacto da atitude, controle comportamental percebido e norma subjetiva na intenção dos produtores de leite em aumentar o uso de grãos na dieta de vacas em lactação. A intenção dos produtores de leite foi determinada principalmente por suas avaliações positivas da adoção do aumento do uso de grãos para vacas em lactação (atitude) e pelas percepções positivas sobre sua própria capacidade de aumentar o uso de grãos (controle comportamental percebido) no sistema de produção. As percepções dos produtores quanto a pressão social (norma subjetiva), não tiveram efeito sobre a intenção dos produtores em aumentar o uso de grãos na dieta das vacas em lactação. Tais resultados podem contribuir para o desenvolvimento de estratégias e políticas públicas para aumentar o uso de grãos em sistemas de produção de leite.

Palavras-chave: concentrado, mínimos quadrados parciais, modelagem de equações estruturais, sistemas de produção de leite, teoria do comportamento planejado.

Abstract: This study aimed to apply the theory of planned behavior to determine the impacts of attitude, perceived behavioral control, and subjective norms on the intention of dairy farmers to adopt high-grain feeding. Quantitative and qualitative data were collected through interviews with 150 dairy farmers in Paraná, Brazil. Partial least squares structural equation modeling was used to analyze the data. We observed that farmers with a positive perception of grain feeding (attitude) and a positive perception of their ability to increase the use of grains (perceived behavioral control) had higher intention to increase grain feeding. Social pressure (subjective norm) had no effect on intention to grain feed. These results can contribute to the development of public strategies and policies that encourage the use of high-grain diets in dairy farms.

Key words: concentrate, milk production, partial least squares, structural equation modeling, theory of planned behavior.

1. Introdução

O Sistema Agroindustrial (SAI) do leite do Brasil possui ampla representatividade no âmbito mundial. Com um rebanho de vacas de aproximadamente 17 milhões de cabeças, o Brasil produziu 33,50 milhões de toneladas de leite no ano de 2017 (IBGE, 2018), representando 4,13% da produção global (810,65 milhões de toneladas). Neste cenário, o país é o quinto maior produtor de leite do mundo (FAO, 2018). O leite, um dos produtos mais importantes da indústria alimentar brasileira, possui um dos maiores faturamentos líquidos e está entre os produtos pecuários que mais influenciam o valor bruto de produção nacional (ABIA, 2018; Brasil, 2019). Desta forma, o SAI do leite possui fundamental e consistente contribuição econômica e social, permitindo a criação de empregos na zona rural e a geração de renda para produtores de pequena e grande escala de produção, promovendo assim, a fixação de pessoas no campo, redução do desemprego e da exclusão social (Rocha et al., 2018).

Muito embora a produção brasileira de leite desempenhe importante função econômica e social, sabe-se que a produção ocorre em sistemas heterogêneos. Predominantemente os sistemas possuem pequena escala de produção e baixa produtividade (Bánkuti and Caldas, 2018; IBGE, 2018). Estes sistemas de baixa produtividade estão ameaçados a deixar a atividade, pois apresentam baixa lucratividade (Resende et al., 2016; Simões et al., 2019). Portanto, há necessidade de definir estratégias para aumento da produtividade nesses sistemas (Novo et al., 2013; Bánkuti and Caldas, 2018; Ferenhof et al., 2019). Dentre as estratégias para intensificação da produção de leite, a maior oferta de grãos para as vacas em lactação é recomendada (Bath, 1985; Llanos et al., 2018; Ruelle et al., 2018).

A introdução de grãos na dieta de vacas em lactação é uma estratégia que pode agregar valor aos grãos, dada a capacidade biológica das vacas em converter grãos em leite, produto esse de alto valor biológico e econômico (Hills et al., 2015; Mottet et al., 2017). Condição essa, interessante no caso do Brasil, que está entre os maiores produtores e exportados mundiais de grãos - milho e soja. Anualmente, o Brasil tem exportado respectivamente 36,8% e 58,7% do volume produzido de milho

e soja (CONAB, 2017; ANEC, 2019). Tais grãos são as principais fontes de energia e proteína nos alimentos concentrados que compõem a dieta de vacas em lactação (Goes et al., 2013).

A maior participação de grãos na dieta de vacas lactantes é uma estratégia que pode ser adotada pelo produtor rural para proporcionar aos animais maior fornecimento e aproveitamento de nutrientes dietéticos. Isso permite o aumento do consumo de matéria seca e da digestibilidade dos nutrientes, possibilitando maior ingestão de energia pelos animais. Esta estratégia garante o aumento da produção de leite, ganhos de escore de condição corporal e maior produção de proteína animal nos sistemas (Bargo et al., 2003; Ferraretto et al., 2013; Souza et al., 2018).

A intensificação da produção de leite como resultado do uso de grãos tem sido verificado em diferentes sistemas de produção, tanto em sistemas de pastejo quanto em confinamentos (Jiao et al., 2014; Lawrence et al., 2015; Muñoz et al., 2015). Sob o aspecto econômico, muito embora a oferta de grãos incremente os custos de produção, os resultados econômicos resultantes da maior eficiência produtiva são compensatórios, principalmente se consideradas a maior taxa de lotação e a maior lucratividade dos sistemas de produção de leite (Bargo et al., 2003; Resende et al., 2016; Llanos et al., 2018).

Em países como Estados Unidos e Argentina a participação dos grãos na dieta total das vacas em lactação é estimada em 40%, sendo esta, duas vezes mais do que é participação do grão na dieta de vacas leiteiras no Brasil. Esses países atingem produtividade de 7.000 a 9.000 kg de leite/ vaca/ano (FAO et al., 2014), ou seja, produtividade quatro vezes maior, do que aquelas alcançadas pelo rebanho leiteiro no Brasil, estimada em 1.963 litros/vaca/ano (IBGE, 2018). Desta forma, muito embora o Brasil esteja posicionado entre os maiores produtores de leite do mundo, há espaço para incremento de produtividade nos sistemas leiteiros.

A adoção de tecnologias que visam melhorar o manejo nutricional, por meio do aumento da ingestão de nutrientes em sistemas de produção de leite no Brasil, pode resultar em impactos positivos

na produção média das vacas e na produtividade anual dos sistemas de produção de leite (Nicholson et al., 2018). A adoção desse tipo de tecnologia, principalmente pelo uso de grãos na dieta de vacas em lactação, está associada com a maior competitividade e a lucratividade dos SPL. Produtores que não buscam melhorar o manejo nutricional das vacas, possuem renda mais baixa e muitas vezes negativa e poderão ser potencialmente excluídos do mercado (Resende et al., 2016; Simões et al., 2019).

Além dos aumentos em produtividade, oferta de grãos para vacas em lactação pode contribuir com a redução de impactos ambientais, principalmente por duas vias. Primeiro, pode reduzir a necessidade de exploração de novas fronteiras agrícolas, visto que sistemas que utilizam maior quantidade de grãos na dieta dos animais são mais eficientes em produzir proteína de origem animal (Wirsenius et al., 2010; Mottet et al., 2017). E, segundo, porque essa prática reduz as populações de protozoários e bactérias metanogênicas, que são as principais responsáveis por produzir e transformar o hidrogênio (H_2) em metano (CH_4), no rúmen. Portanto, o maior uso de grãos na alimentação de vacas contribui para redução a emissão de gases de efeito estufa (GEE), principalmente por unidade de produto (leite) (Pereira, 2013; Jiao et al., 2014).

Apesar de grande quantidade de trabalhos já ter demonstrado melhores respostas produtivas diante da maior adoção de grãos dieta de vacas em lactação (Bargo et al., 2003; Hills et al., 2015; Llanos et al., 2018), e também impactos positivos sob o aspecto ambiental (Jiao et al., 2014; Mottet et al., 2017), ainda são escassos os trabalhos que buscam analisar os fatores determinantes das ações dos produtores rurais em aumentar o uso de grãos na dieta de vacas em lactação.

Diante destas constatações, a seguinte questão de pesquisa é definida. Quais os fatores sociopsicológicos que influenciam a intenção de produtores de leite em ter maior uso de grãos?

Para entender os fatores sociopsicológicos que influenciam as decisões e comportamentos das pessoas, pesquisadores de diversas áreas do conhecimento cada vez mais têm fundamentado suas

pesquisas na teoria do comportamento planejado (TCP) (Ajzen, 1991). No domínio agrícola, a TCP foi usada recentemente para entender a adoção de práticas de conservação (Borges and Lansink, 2016; van Dijk et al., 2016; Jiang et al., 2018); decisões de negócios dos produtores (Martinovska Stojcheska et al., 2016; Senger et al., 2017; Daxini et al., 2018) e adoção de práticas relacionadas à saúde e bem-estar animal (de Lauwere et al., 2012; Sok et al., 2016; Borges et al., 2019).

No entanto, até onde sabemos, não há estudos focados no entendimento das decisões dos produtores de leite em aumentar o uso de grãos na dieta de suas vacas. Diante disso, os objetivos com este estudo foram identificar o impacto da atitude, controle comportamental percebido e norma subjetiva na intenção dos produtores de leite em aumentar o uso de grãos na dieta de vacas em lactação.

2. Material e Métodos

Este estudo foi aprovado pelo Comitê Permanente de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Estadual de Maringá, Paraná, Brasil (protocolo nº 3.961.092).

Teoria do Comportamento Planejado – TCP

A TCP assume que o comportamento humano é oriundo das intenções dos indivíduos em realizar um comportamento específico (Ajzen, 1991). Neste estudo, a intenção de um produtor de leite foi definida da seguinte forma: o produtor de leite aumenta pelo menos um quilograma de grão (soja, milho ou concentrado comercial à base de grãos) na dieta de suas vacas em lactação no próximo ano.

Com esta teoria, supõe-se que a intenção, por exemplo, do produtor rural seja determinada por três constructos sociopsicológicos centrais: Atitude (ATT), Controle comportamental percebido (PBC) e Norma subjetiva (SN) (Figura 5). A ATT é de natureza pessoal que envolve o quanto o indivíduo avalia positiva ou negativamente a execução de um determinado comportamento. O PBC lida com questões de controle, que são as habilidades, a capacidade pessoal do indivíduo em perceber as

facilidades e dificuldades em realizar com êxito tal comportamento. Já a SN abrange a influência social, que envolve a percepção do indivíduo frente à pressão social para desenvolver ou não, o comportamento. Portanto, quanto mais favorável ATT, PBC e NS em relação a um comportamento, mais forte deve ser a intenção de um indivíduo em realizar determinado comportamento (Ajzen, 1991; Wauters et al., 2010; Borges et al., 2016).

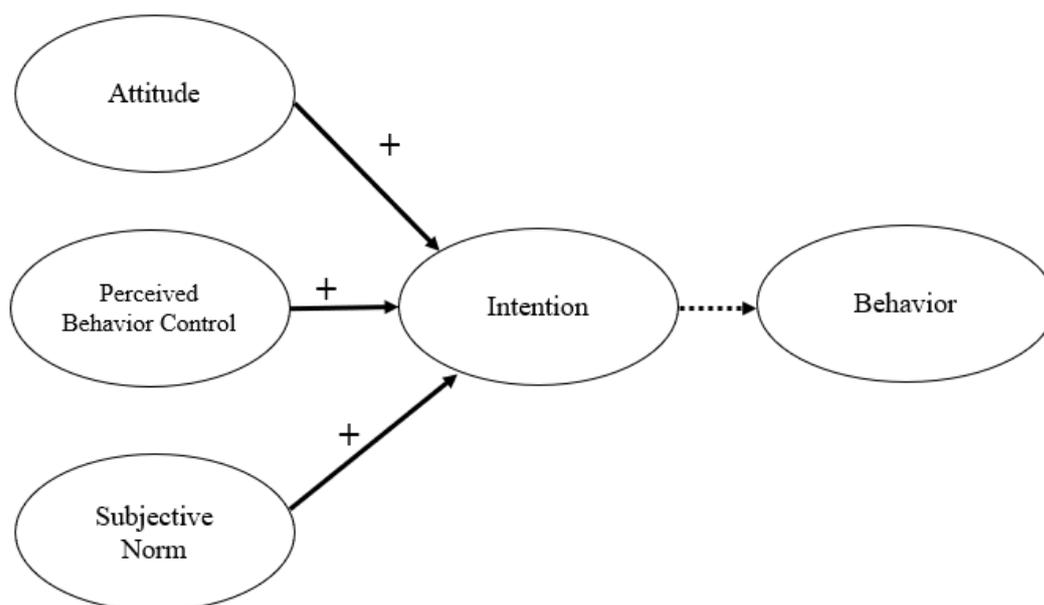


Figura 5: Estrutura conceitual baseada na Teoria do Comportamento Planejado usada para os objetivos deste estudo. Adaptado de (Ajzen, 1991)

No contexto deste artigo, de acordo com a teoria do comportamento planejado, os produtores de leite terão maior intenção em aumentar o uso de grãos na dieta de vacas em lactação nas seguintes circunstâncias: (a) quando avaliam o uso dessa prática como mais favorável (atitude); (b) quando possuem percepções positivas sobre sua própria capacidade de implementar essa prática (controle comportamental percebido) e, (c) quando perceberem a maior pressão social (norma subjetiva). Diante destas constatações, definem-se as seguintes hipóteses para essa pesquisa:

H1: A atitude influencia positivamente a intenção dos produtores rurais em aumentar o uso de grãos na dieta de vacas em lactação;

H2: O controle comportamental percebido influencia positivamente a intenção dos produtores em aumentar o uso de grãos na dieta de vacas em lactação;

H3: A norma subjetiva influencia positivamente a intenção dos produtores rurais em aumentar o uso de grãos na dieta de vacas em lactação.

Medição e Amostragem

A amostra de produtores de leite neste estudo estava localizada no Estado do Paraná, Brasil. Este estado desempenha importante papel econômico e social na pecuária leiteira do país (Bánkuti and Caldas, 2018; IBGE, 2018). Com produção de 4,4 milhões de toneladas de leite, o Estado é o terceiro maior produtor nacional (IBGE, 2018). Os produtores de leite analisados nesta pesquisa foram identificados a partir de cadastro de órgãos oficiais de assessoria técnica e extensão rural do Estado do Paraná, bem como por indicação de outros produtores de leite da região em estudo (Yabe et al., 2015).

O formulário foi aplicado *in loco*, junto a 150 produtores rurais, entre junho e agosto de 2019. Antes da aplicação da pesquisa, o formulário foi testado com dez produtores de leite, mas nenhuma mudança substancial foi necessária.

Foram coletadas informações estruturais dos SPL, características sociodemográficas dos produtores rurais e medidas diretas dos constructos da TCP. As declarações utilizadas para medir os itens dos constructos da TCP foram mensuradas usando uma escala de cinco pontos ancorada nos pontos extremos, sendo um, a resposta mais negativa e cinco, a mais positiva (Likert, 1932; Ajzen, 1991; Borges et al., 2019) (Tabela 7).

Tabela 7. Afirmações e escalas utilizadas para mensurar os construtos da teoria do comportamento planejado

Itens ^a	Afirmações	Escalas (1-5)
INT ₁	Você pretende aumentar do uso de grãos na dieta de suas vacas em lactação no próximo ano?	Definitivamente não – Definitivamente sim
INT ₂	Quão forte é a sua intenção de aumentar o uso de grãos na dieta de suas vacas em lactação no próximo ano?	Muito fraca – Muito forte
INT ₃	Qual a probabilidade de você aumentar o uso de grãos na dieta de suas vacas em lactação no próximo ano?	Pouco provável – Muito Provável
INT ₄	Você planeja aumentar o uso de grãos na dieta de suas vacas em lactação no próximo ano?	Discordo plenamente – Concordo plenamente
ATT ₁	Quão bom é aumentar o uso de grãos (milho, soja ou concentrado) na dieta de suas vacas em lactação no próximo ano?	Ruim – Bom
ATT ₂	Quão vantajoso é aumentar o uso de grãos na dieta de suas vacas em lactação no próximo ano?	Desvantajoso – Vantajoso
ATT ₃	Quão necessário é aumentar o uso de grãos na dieta de suas vacas em lactação no próximo ano?	Desnecessário – Necessário
ATT ₄	Quão importante é aumentar o uso de grãos na dieta de suas vacas em lactação no próximo ano?	Sem importância – Importante
PBC ₁	Se você quiser aumentar o uso de grãos na dieta de suas vacas em lactação no próximo ano, você possui conhecimento suficiente?	Definitivamente não – Definitivamente sim
PBC ₂	Se você quiser aumentar o uso de grãos na dieta de suas vacas em lactação no próximo ano, você possui recurso suficiente?	Definitivamente não – Definitivamente sim
PBC ₃	Quão confiante você está em poder superar as barreiras que o impedem de aumentar o uso de grãos na dieta de suas vacas em lactação no próximo ano?	Sem confiança – Confiante
PBC ₄	Aumentar o uso de grãos na dieta de suas vacas em lactação no próximo ano depende somente de mim.	Discordo – Concordo

PBC ₅	Aumentar o uso de grãos na dieta de suas vacas em lactação no próximo ano está sob seu controle?	De maneira nenhuma - Completamente
NS ₁	A maioria das pessoas que são importantes para você, pensam que você deveria aumentar o uso de grãos na dieta de suas vacas em lactação no próximo ano?	Discordo plenamente - Concordo plenamente
NS ₂	A maioria das pessoas cuja opinião você valoriza, aprovaria o aumento do uso de grãos na dieta de suas vacas em lactação no próximo ano?	Improvável – Provável
NS ₃	A maioria dos produtores como você, aumentaria o uso de grãos na dieta de suas vacas em lactação no próximo ano?	Improvável – Provável

^a INT=Intenção; ATT=Atitude; PBC= Controle comportamental percebido; NS=Normas subjetivas.

Análise Estatística

As análises estatísticas foram realizadas em duas etapas. Primeiro, a estatística descritiva para caracterizar a amostra e descrever as principais características das medidas diretas usadas para representar os construtos da TCP. Segundo, usou-se o Modelo de Equação Estrutural de Mínimo Quadrado Parcial (PLS-SEM) para identificar o impacto da atitude, controle comportamental percebido e normas subjetivas na intenção dos produtores em adotar o aumento do uso de grãos na dieta de vacas em lactação. Nesta análise, os itens apresentados na Tabela 7 foram utilizados como indicadores reflexivos de seus respectivos construtos latentes (Ajzen, 1991; Hair et al., 2014).

O PLS-SEM contém dois modelos: um modelo de medição e um modelo estrutural. Usando uma abordagem em dois estágios (Chin, 2010), primeiro confirma-se o modelo de medição que foi baseada na confiabilidade do indicador, confiabilidade convergente, consistência interna e validade discriminante. Todos os limiares foram baseados em Hair et al. (2014) e Chin (2010) e são apresentados a seguir entre parênteses. Verificou-se a confiabilidade do indicador observando as cargas fatoriais ($> 0,7$), alfa de cronbach ($> 0,7$) e Rho_A ($> 0,7$). Além desses, foram analisados a validade convergente por meio da variância média extraída (AVE) ($> 0,5$) e a consistência interna por meio da confiabilidade composta (RC) ($> 0,7$). A validade discriminante foi verificada a partir do

resultado Cross-loading (a carga fatorial do item do construto atribuído, deve ser maior que em outros construtos, com a condição de que o valor de corte da carga fatorial seja superior a 0,70), critério Fornell-Lacker (raiz quadrada do AVE de cada construto deve ter valor maior que as correlações com outros construtos latentes) e o Heterotrait-Monotrait (HTMT). O modelo estrutural foi avaliado a partir dos valores do fator de inflação de variância (VIF) ($<4,00$), coeficiente de determinação (R^2), tamanho do efeito (f^2), redundância com validação cruzada (q^2) (usando o método blindfolding) e dos coeficientes de trilha (Hair et al., 2014). Para avaliar a significância de cada coeficiente de trilha, foi utilizado o procedimento de bootstrapping com 500 subsamples (Hair et al., 2014). Essas análises foram realizadas pelo software Smart PLS.

Triagem dos Dados

Antes de executar os modelos, foram verificadas a normalidade multivariada e a multicolinearidade entre os construtos. Embora os itens mostrassem desvio da normalidade, isso não foi um problema para a estimativa do modelo, pois o PLS-SEM é adequado quando os dados não são normalmente distribuídos (Hair et al., 2014). Além disso, os resultados do VIF indicam que não há multicolinearidade entre os constructos.

3. Resultados

Análise Descritivas

A maioria dos produtores da amostra era do sexo masculino (80,00%). A idade média foi de 48,70 anos, com \pm DP 13,10 anos. Os produtores da amostra estudaram em média 8,60 com DP \pm 3,80 anos e possuíam tempo de experiência média na atividade leiteira de 21,60 anos, com DP \pm 14,30 anos. Na amostra, a quantidade média de grãos ofertado às vacas em lactação foi de 4,67Kg, com DP \pm 2,27 kg em 11,68 \pm 1,56 meses de oferta (Tabela 2).

Tabela 8. Análise Descritiva

Variáveis	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Idade (anos)	48,70	18,00	77,00	13,10
Escolaridade (anos)	8,60	0,00	16,00	3,80
Experiência na atividade (anos)	21,60	1,00	60,00	14,30
Grãos para vacas lactantes (Kg/vaca/dia)	4,67	0,50	10,50	2,27
Oferta de Grãos (meses)	11,68	1,00	12,00	1,56

A intenção de aumentar o uso de grãos na dieta das vacas lactantes foi geralmente média a baixa. Mais de 60% dos entrevistados responderam com valores entre três ou inferior para todos os três itens do constructo intenção (Tabela 9). A atitude dos produtores em aumentar o uso de grãos foi principalmente desfavorável. Mais de 50% dos entrevistados atribuíram nota dois ou um para todos os quatro itens de atitude (Tabela 9). Os produtores indicaram nível moderadamente baixo de controle comportamental percebido sobre a adoção do aumento do uso de grãos. Mais de 60% dos entrevistados atribuíram nota três ou menos para os itens de controle comportamental percebidos (Tabela 9). A pressão social sentida pelos agricultores para adotar o enriquecimento ambiental foi geralmente média e baixa. Mais de 50% dos entrevistados deram três ou menos para os três itens de normas subjetivas (Tabela 9).

Tabela 9. Porcentagem que os respondentes marcaram para cada um dos números na escala de 1 a 5 utilizada para mensurar os construtos.

Itens ¹	1	2	3	4	5
INT ₁	29,3	22,7	20,0	8,7	19,3

INT ₂	18,0	36,0	18,0	18,0	10,0
INT ₃	31,3	24,7	15,3	19,3	9,3
INT ₄	26,0	27,3	16,0	13,3	17,3
ATT ₁	18,0	35,3	4,7	25,5	16,7
ATT ₂	25,3	30,0	6,7	22,0	16,0
ATT ₃	28,7	30,0	3,3	25,3	12,7
ATT ₄	26,7	28,7	5,3	27,3	12,00
PBC ₁	13,3	28,7	11,3	32,0	14,7
PBC ₂	12,0	24,7	12,0	37,3	14,0
PBC ₃	22,7	37,3	10,7	29,3	0,00
PBC ₄	16,0	44,7	9,3	16,7	13,3
PBC ₅	16,7	42,7	8,0	22,0	10,7
NS ₁	18,7	27,3	12,7	26,0	15,3
NS ₂	23,3	22,7	10,7	36,0	7,3
NS ₃	22,0	25,3	10,7	33,3	8,7

¹ INT=Intenção; ATT=Atitude; PBC=controle comportamental percebido; NS=Norma subjetiva.

Modelo PLS-SEM

Modelo de Medição. A avaliação do modelo de medição resultou em uma reespecificação. Os itens ATT3 e ATT4 foram removidos do modelo por altas cargas cruzadas. O item NS1 foi removido por alta VIF. Os resultados da avaliação final do modelo de medição para confiabilidade dos indicadores, confiabilidade convergente e consistência interna (Tabela 10), bem como os resultados da avaliação da validade discriminante (Tabela 11), sugerem um modelo de medição válido.

Tabela 10. Cargas fatoriais padronizadas¹, Cronbach's alpha, Rho A, Variância média extraída (AVE) e Confiabilidade de construção (CR) do modelo de medição.

	INT ²	ATT ³	PBC ⁴	NS ⁵
	INT ₁ 0.963	ATT ₁ 0.981	PBC ₁ 0.827	NS2 0.980
	INT ₂ 0.968	ATT ₂ 0.981	PBC ₂ 0.854	NS3 0.980
	INT ₃ 0.973		PBC ₃ 0.883	
	INT ₄ 0.978		PBC ₄ 0.888	
			PBC ₅ 0.876	
Cronbach's alpha	0.979	0.961	0.917	0.959
Rho A	0.980	0.961	0.933	0.959
AVE	0.942	0.963	0.750	0.961
CR	0.985	0.981	0.937	0.980

¹ Cargas fatoriais padronizadas estão em negrito.

²INT=Intenção.

³ATT=Atitude.

⁴PBC= Controle comportamental percebido.

⁵NS=Norma subjetiva.

Tabela 11. Critério de Fornell-Lacker e Heterotrait-Monotrait (HTMT).

Fornell-Lacker				
	INT ¹	ATT ²	PBC ³	NS ⁴
INT	0.970			
ATT	0.871	0.981		
PBC	0.722	0.774	0.866	
NS	0.719	0.783	0.688	0.980
Heterotrait-Monotrait (HTMT)				
	INT ¹	ATT ²	PBC ³	NS ⁴
ATT	0.897			
PBC	0.745	0.805		
NS	0.742	0.815	0.717	

¹INT=Intenção.

²ATT=Atitude.

³PBC= Controle comportamental percebido.

⁴NS=Norma subjetiva.

Modelo Estrutural. Após a obtenção do modelo de medição válido, foram testadas estas hipóteses através do modelo estrutural (Tabela 12 e Figura 6). Os valores de VIF foram inferiores a 4, indicando que não há multicolinearidade entre os constructos. O coeficiente de ATT no INT foi

positivo e significativo, indicando que a hipótese H1 (Atitude tem influência positiva na intenção dos produtores em aumentar o uso de grãos na dieta de suas vacas em lactação) foi aceita. O coeficiente de PBC no INT foi positivo e significativo, indicando que a hipótese H2 (controle comportamental percebido tem influência positiva na intenção dos agricultores de adotar enriquecimento ambiental em suas fazendas) foi aceita. O coeficiente de SN no INT embora positivo, não foi significativo, indicando que a hipótese H3 (normas subjetivas têm influência positiva na intenção dos agricultores de adotar enriquecimento ambiental em suas fazendas) deve ser rejeitada. Os tamanhos relativos dos coeficientes e os valores de f^2 indicaram que a ATT foi o principal determinante do INT, seguido por PBC (Tabela 12). Assim, ATT e PBC explicaram 76,1% ($R^2 = 0,761$) da variabilidade da intenção dos produtores em adotar o aumento do uso de grãos na dieta de suas vacas em lactação.

Tabela 12. Resultados do modelo estrutural.

Hipótes e	Relação ^a	Std Beta	Std Error	t- value [^]	Decisã o	f^2	q^2	95% CI LL	95% CI UL
H1	ATT -> INT	0,73	0,07	11,04**	Aceita	0,6 3	0,4 1	0,61	0,83
H2	PBC -> INT	0,11	0,06	1,77†	Aceita	0,0 1	0,0 1	0,01	0,20
H3	NS -> INT	0,07	0,08	0,97	Rejeita	0,0 0	0,0 1	-0,06	0,20

^aINT=Intenção; ATT=Atitude; PBC= Controle comportamental percebido; NS=Norma subjetiva.

† $p < 0.10$

** $p < 0.01$

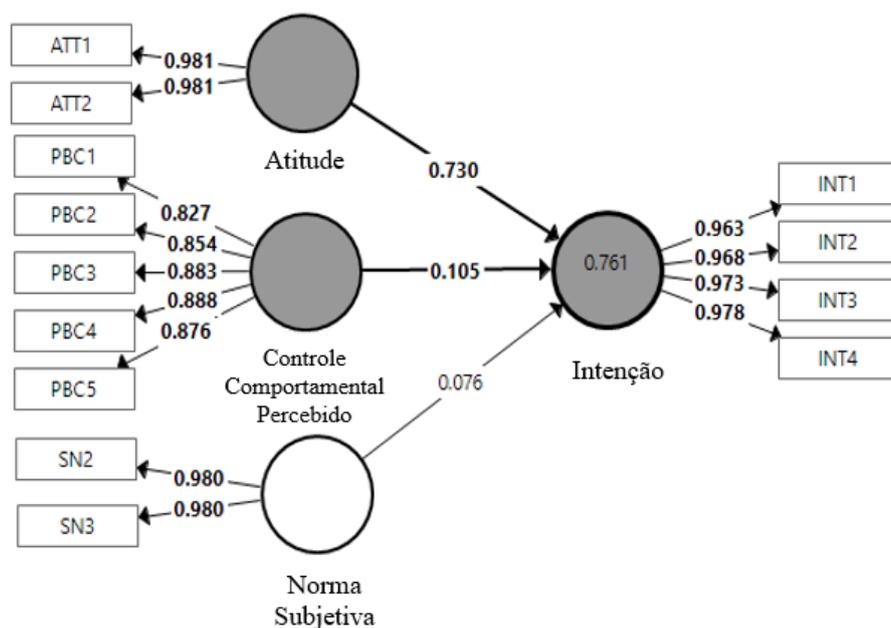


Figura 6: Cargas fatoriais padronizadas e coeficientes de trajetória do modelo estrutural final com base na TPB. Círculos de cor cinza representam construtos latentes com efeito significativo e o de cor branca efeito insignificante, as setas representam as relações de dependência. Valor dentro do círculo representa o coeficiente de determinação.

4. Discussão

Neste estudo, foram identificados o impacto da atitude, controle comportamental percebido e norma subjetiva na intenção dos produtores de leite em aumentar o uso de grãos na dieta de vacas em lactação. Estas descobertas ajudam a entender as motivações dos produtores em adotar uma prática que pode beneficiar toda a cadeia produtiva do leite. O aumento do uso de grãos na dieta de vacas em lactação possui contribuição social e econômica, envolvendo a intensificação da produção colaborando com a maior lucratividade, permanência e o avanço do produtor na atividade (Resende et al., 2016; Bánkuti and Caldas, 2018; Llanos et al., 2018) e ambiental, por meio da redução de impactos ambientais, principalmente pela menor emissão de metano por unidade de produto (Pereira, 2013; Jiao et al., 2014), e reduzindo a necessidade de explorar novas fronteiras agrícolas (Wirsenius et al., 2010; Mottet et al., 2017).

Os resultados encontrados através do modelo PLS-SEM mostraram que a atitude e controle comportamental percebido são os construtos sociopsicológicos da TCP que impactam nas intenções dos produtores de leite em aumentar do uso de grãos na dieta de vacas em lactação. Entretanto, a norma subjetiva não explica a intenção dos produtores de leite em aumentar o uso de grãos. Portanto, o aumento de uso de grãos na dieta de vacas em lactação por produtores de leite, não é afetada pelas pressões sociais. Assim, os produtores atuam como atores autônomos, que podem ser incentivados a participar apenas fornecendo informações ou incentivos, mas não são influenciados pelo que os referentes pensam.

Outros estudos fundamentados na TCP no domínio agrícola, também encontraram que a norma subjetiva tem menor impacto (Lalani et al., 2016) ou não é significativa sobre a intenção dos produtores (Martinovska Stojcheska et al., 2016; Daxini et al., 2018; Jiang et al., 2018). Por outro lado, Borges et al. (2019) constataram que a norma subjetiva e controle comportamental percebido têm impacto maior do que a atitude, na intenção de produtores. Os resultados mistos para a importância relativa da atitude, controle comportamental percebido e normas subjetivas são esperados, uma vez que o impacto relativo desses constructos sobre a intenção variam entre comportamentos e as situações em estudo (Ajzen, 1991). Portanto, sugere-se a realização de estudos semelhantes em diferentes países e outras quantidades de inclusão de grãos na dieta das vacas em lactação para testar o impacto relativo dos três construtos principais, na intenção dos produtores em adotar essa prática em suas fazendas.

O fato de a NS não ser significativo sobre a INT pode estar associado ao baixo nível de escolaridade, ao elevado tempo de experiência na atividade e a maior proporção de homens da amostra. De acordo com Jiang et al. (2018) essas características podem indicar pessoas que prestarão mais atenção em suas próprias percepções e atitudes em relação à reutilização do comportamento, em vez de seguir os conselhos dos outros. Esses autores avaliaram o impacto dos construtos da TCP sobre intenção de produtores rurais em reutilizar resíduos de biomassa agrícola para redução das emissões

de carbono, e encontraram que a NS não foi significativa sobre a intenção principalmente quando os produtores tinham essas características.

Do ponto de vista de políticas públicas e privadas, os resultados fornecem *insights* que podem ser usados para desenvolver estratégias para estimular a adoção do aumento do uso de grãos por produtores de leite. O impacto mais forte da atitude sobre a intenção dos produtores, destaca a importância de criação de instrumentos informativos que podem aumentar a motivação interna dos produtores. Espera-se que intervenções focadas no aumento do uso de grãos por parte dos produtores de leite se beneficiem através de estratégias que enfatizem os resultados positivos do aumento do uso de grãos na dieta das vacas. Embora a atitude tenha um impacto mais forte, o controle comportamental percebido também impactou a intenção dos produtores em adotar o aumento do uso de grãos. Isso destaca a importância do desenvolvimento de estratégias para aumentar a capacidade percebida dos produtores de aumentarem o uso de grãos na dieta de suas vacas. O foco dessas estratégias deve ser a criação de meios que facilitem o aumento do uso. Para isso, incentivos econômicos, como um bônus, podem aumentar a capacidade percebida pelos produtores de adotar essa prática.

5. Conclusões

Os resultados mostraram que a intenção dos produtores de leite foi influenciada por medidas diretas de atitude, controle comportamental percebido e não pela norma subjetiva. A atitude refere à avaliação dos produtores sobre o aumento do uso de grãos na alimentação de vacas em lactação. O controle comportamental percebido refere às percepções sobre sua própria capacidade de adotar esse comportamento. A norma subjetiva refere às suas percepções sobre as pressões sociais para o aumento do uso de grãos na dieta de vacas em lactação, que nesta pesquisa não teve influência sobre a intenção.

6. Referências

- ABIA. 2018. Número Do Setor: Faturamento. Accessed July 1, 2019. <https://www.abia.org.br/vsn/anexos/faturamento2018.pdf>.
- Ajzen, I. 1991. The theory of planned behavior. *Organizational Behav. Hum. Decis. Process.* 50:179–211. doi:10.1016/0749-5978(91)90020-T.
- ANEC. 2019. Associação Nacional Dos Exportadores de Cereais. Accessed July 1, 2019. www.anec.com.br.
- Bánkuti, F.I., and M.M. Caldas. 2018. Geographical milk redistribution in Paraná State, Brazil: Consequences of institutional and market changes. *J. Rural Stud.* 64:63–72. doi:10.1016/j.jrurstud.2018.10.004.
- Bargo, F., L.D. Muller, E.S. Kolver, and J.E. Delahoy. 2003. Invited Review : Production and Digestion of Supplemented Dairy Cows on Pasture. *J. Dairy Sci.* 86:1–42. doi:10.3168/jds.S0022-0302(03)73581-4.
- Bath, D.L. 1985. Nutritional Requirements and Economics of Lowering Feed Costs. *J. Dairy Sci.* 68:1579–1584. doi:10.3168/jds.s0022-0302(85)80996-6.
- Borges, J.A.R., C.H. de F. Domingues, F.R. Caldara, N.P. da Rosa, I. Senger, and D.G.F. Guidolin. 2019. Identifying the factors impacting on farmers' intention to adopt animal friendly practices. *Prev. Vet. Med.* 170:104718. doi:10.1016/j.prevetmed.2019.104718.
- Borges, J.A.R., and A.G.J.M. Oude Lansink. 2016. Identifying psychological factors that determine cattle farmers' intention to use improved natural grassland. *J. Environ. Psychol.* 45:89–96. doi:10.1016/j.jenvp.2015.12.001.
- Borges, J.A.R., L.W. Tauer, and A.G.J.M.O. Lansink. 2016. Using the theory of planned behavior to identify key beliefs underlying Brazilian cattle farmers' intention to use improved natural grassland: A MIMIC modelling approach. *Land use policy* 55:193–203. doi:10.1016/j.landusepol.2016.04.004.
- Brasil. 2019. Agropecuária Brasileira Em Números - Valor Bruto Da Produção - 2018. Accessed July 1, 2019. <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/outras-publicacoes/201902-agropecuaria-brasileira-em-numeros>.
- Chin, W.W. 2010. How to Write Up and Report PLS Analyses. V. Esposito Vinzi, W.W. Chin, J. Henseler, and H. Wang, ed. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- CONAB. 2017. Acompanhamento da safra brasileira: grãos - Safra 2016/17 4:1–158. doi:ISSN 2318-6852.
- Daxini, A., C. O'Donoghue, M. Ryan, C. Buckley, A.P. Barnes, and K. Daly. 2018. Which factors influence farmers' intentions to adopt nutrient management planning?. *J. Environ. Manage.* 224:350–360. doi:10.1016/j.jenvman.2018.07.059.

van Dijk, W.F.A., A.M. Lokhorst, F. Berendse, and G.R. de Snoo. 2016. Factors underlying farmers' intentions to perform unsubsidised agri-environmental measures. *Land use policy* 59:207–216. doi:10.1016/j.landusepol.2016.09.003.

FAO. 2018. Dairy Market Review. Food Agric. Organ. United Nations 1–8.

FAO, IDF, and IFCN. 2014. World Mapping of Animal Feeding Systems in the Dairy Sector. Rome.

Ferenhof, H.A., A. Bonamigo, A. Da Cunha, R. Tezza, and F.A. Forcellini. 2019. Relationship between barriers and key factors of dairy production in Santa Catarina, Brazil. *Br. Food J.* 121:303–319. doi:10.1108/BFJ-07-2018-0424.

Ferraretto, L.F., P.M. Crump, and R.D. Shaver. 2013. Effect of cereal grain type and corn grain harvesting and processing methods on intake, digestion, and milk production by dairy cows through a meta-analysis. *J. Dairy Sci.* 96:533–550. doi:10.3168/jds.2012-5932.

Goes, R.H. de T. e B. de, L.H.X. da Silva, and K.A. de Souza. 2013. *Alimentos e Alimentação Animal*. Editora UFGD, Dourados-MS.

Hair, J.F., M. Sarstedt, L. Hopkins, and V.G. Kuppelwieser. 2014. Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM): An emerging tool in business research. *Eur. Bus. Rev.* 26:106–121. doi:10.1108/EBR-10-2013-0128.

Hills, J.L., W.J. Wales, F.R. Dunshea, S.C. Garcia, and J.R. Roche. 2015. Invited review: An evaluation of the likely effects of individualized feeding of concentrate supplements to pasture-based dairy cows. *J. Dairy Sci.* 98:1363–1401. doi:10.3168/jds.2014-8475.

IBGE. 2018. ..Instituto brasileiro de geografia e estatística - Produção da Pecuária Municipal 2017 45:1–9.

Jiang, L., J. Zhang, H.H. Wang, L. Zhang, and K. He. 2018. The impact of psychological factors on farmers' intentions to reuse agricultural biomass waste for carbon emission abatement. *J. Clean. Prod.* 189:797–804. doi:10.1016/j.jclepro.2018.04.040.

Jiao, H.P., A.J. Dale, A.F. Carson, A.W. Gordon, and C.P. Ferris. 2014. Effect of concentrate feed level on methane emissions from grazing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97:7043–7053. doi:10.3168/jds.2014-7979.

Lalani, B., P. Dorward, G. Holloway, and E. Wauters. 2016. Smallholder farmers' motivations for using Conservation Agriculture and the roles of yield, labour and soil fertility in decision making. *Agric. Syst.* 146:80–90. doi:10.1016/j.agsy.2016.04.002.

de Lauwere, C., M. van Asseldonk, J. van 't Riet, J. de Hoop, and E. ten Pierick. 2012. Understanding farmers' decisions with regard to animal welfare: The case of changing to group housing for pregnant sows. *Livest. Sci.* 143:151–161. doi:10.1016/j.livsci.2011.09.007.

Lawrence, D.C., M.O. Donovan, T.M. Boland, E. Lewis, and E. Kennedy. 2015. The effect of concentrate feeding amount and feeding strategy on milk production, dry matter intake, and energy partitioning of autumn-calving Holstein-Friesian cows. *J. Dairy Sci.* 98:338–348. doi:10.3168/jds.2014-7905.

Likert, R. 1932. A Technique For The Measurement of Attitude. *Arch. Psychol.* 42:5–55. doi:2731047.

Llanos, E., L. Astigarraga, and V. Picasso. 2018. Energy and economic efficiency in grazing dairy systems under alternative intensification strategies. *Eur. J. Agron.* 92:133–140. doi:10.1016/j.eja.2017.10.010.

Mottet, A., C. de Haan, A. Falcucci, G. Tempio, C. Opio, and P. Gerber. 2017. Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Glob. Food Sec.* 14:1–8. doi:10.1016/j.gfs.2017.01.001.

Muñoz, C., S. Hube, J.M. Morales, T. Yan, and E.M. Ungerfeld. 2015. Effects of concentrate supplementation on enteric methane emissions and milk production of grazing dairy cows. *Livest. Sci.* 175:37–46. doi:10.1016/j.livsci.2015.02.001.

Nicholson, C., A. Simões, A. LaPierre, and M. Van Amburgh. 2018. Modeling Complex Problems with System Dynamics: Applications in Animal Agriculture.. *J. Anim. Sci.* 96:83–83. doi:10.1093/jas/sky404.183.

Novo, A.M., M. Slingerland, K. Jansen, A. Kanellopoulos, and K.E. Giller. 2013. Feasibility and competitiveness of intensive smallholder dairy farming in Brazil in comparison with soya and sugarcane: Case study of the Balde Cheio Programme. *Agric. Syst.* 121:63–72. doi:10.1016/j.agsy.2013.06.007.

Pereira, L.G.R. 2013. Métodos de avaliação e estratégias de mitigação de metano entérico em ruminantes. *Rev. Colomb. Ciencias Pecu.* 26:264–277. doi:10.1017/S0010417500000463.

Resende, J.C., A.F. Freitas, R.A.N. Pereira, H.C.M. Silva, and M.N. Pereira. 2016. Determinantes de lucratividade em fazendas leiteiras de minas gerais. *Arq. Bras. Med. Veterinária e Zootec.* 68:1053–1061. doi:10.1590/1678-4162-8220.

Rocha, D.T. da, J.C. de Resende, and P. do C. Martins. 2018. Evolução Tecnológica da Atividade Leiteira no Brasil: Uma Visão a Partir do Sistema de Produção da Embrapa Gado de Leite. *Embrapa Gado Leite. Doc.* 212 1:1–62.

Ruelle, E., L. Delaby, M. Wallace, and L. Shalloo. 2018. Using models to establish the financially optimum strategy for Irish dairy farms. *J. Dairy Sci.* 101:614–623. doi:10.3168/jds.2017-12948.

Senger, I., J.A.R. Borges, and J.A.D. Machado. 2017. Using the theory of planned behavior to understand the intention of small farmers in diversifying their agricultural production. *J. Rural Stud.* 49:32–40. doi:10.1016/j.jrurstud.2016.10.006.

Simões, A.R.P., C.F. Nicholson, A.M. Novakovic, and R.M. Protil. 2019. Dynamic impacts of farm-level technology adoption on the Brazilian dairy supply chain. *Int. Food Agribus. Manag. Rev.* 1–14. doi:10.22434/IFAMR2019.0033.

Sok, J., H. Hogeveen, A.R.W. Elbers, and A.G.J.M. Oude Lansink. 2016. Using farmers' attitude and social pressures to design voluntary Bluetongue vaccination strategies. *Prev. Vet. Med.* 133:114–119. doi:10.1016/j.prevetmed.2016.09.016.

Souza, R.A. De, R.J. Tempelman, M.S. Allen, W.P. Weiss, J.K. Bernard, and M.J. Vandehaar. 2018. Predicting nutrient digestibility in high-producing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 101:1123–1135. doi:10.3168/jds.2017-13344.

Stojcheska, A.M., A. Kotevska, N. Bogdanov, and A. Nikolić. 2016. How do farmers respond to rural development policy challenges? Evidence from Macedonia, Serbia and Bosnia and Herzegovina. *Land use policy* 59:71–83. doi:10.1016/j.landusepol.2016.08.019.

Wauters, E., C. Biielders, J. Poesen, G. Govers, and E. Mathijs. 2010. Adoption of soil conservation practices in Belgium: An examination of the theory of planned behaviour in the agri-environmental domain. *Land use policy* 27:86–94. doi:10.1016/j.landusepol.2009.02.009.

Wirsenius, S., C. Azar, and G. Berndes. 2010. How much land is needed for global food production under scenarios of dietary changes and livestock productivity increases in 2030 ?. *Agric. Syst.* 103:621–638. doi:10.1016/j.agsy.2010.07.005.

Yabe, M.T., F.I. Bankuti, J.C. Damasceno, and M.M. De Brito. 2015. Characteristics of milk production systems and feed strategies for dairy cows in the North and Northwest of Paraná State.. *Semin. Agrar.* 36:4469–4479. doi:10.5433/1679-0359.2015v36n6Supl2p4469.

VI. Capítulo 3. Indissociabilidade de tecnologias e o impacto na produtividade em sistemas de produção de leite no Brasil. *Inseparability of technologies and the impact on productivity in milk production systems in Brazil.*

Resumo: O objetivo neste trabalho, foi testar a indissociabilidade das principais tecnologias utilizadas pelos produtores de leite no Brasil e avaliar o impacto destas no desempenho dos sistemas de produção. A pesquisa foi realizada a partir da aplicação, *in loco*, de formulários semiestruturados junto a 155 produtores de leite localizados no Estado do Paraná, Brasil. Foram utilizadas 17 variáveis relacionadas às tecnologias utilizadas nos sistemas de produção de leite. Também foram coletadas variáveis de produtividade dos sistemas levando em consideração os fatores de produção (terra, rebanho e mão de obra) de maior impacto na lucratividade dos sistemas. Utilizando a análise fatorial exploratória (EFA) e a regressão múltipla para análise dos dados. O melhor agrupamento das variáveis tecnológicas encontrado pela EFA foi capaz de explicar 81% da variância dos dados em 4 fatores ortogonais distintos: Forragem & Estrutura, Gestão, Genética & Reprodução & Concentrado e Sanidade. Confirmando nossa hipótese inicial, observou-se dependência entre a composição genética do rebanho, estratégias reprodutivas e de suplementação nutricional no fator “Genética & Reprodução & Concentrado”, bem como na necessidade de aporte de capital em máquinas e equipamentos para a produção de volumosos e capacidade estrutural para confinar os animais no fator “Forragem & Estrutural”. Os quatro fatores foram importantes para explicar a produtividade dos sistemas de produção mensurada pelas produtividades das vacas (L/vaca/dia), da terra (L/ha/ano), da mão de obra (L/pessoa/dia) e pela proporção de vacas em lactação no total vacas, com destaque para o fator Genética & Reprodução & Concentrado.

Palavras-chave: Adoção tecnológica; análise fatorial; fazenda de leite; questionário.

Abstract: The objective of this work was to test the inseparability of the main technologies used by milk producers in Brazil and to assess their impact on the performance of production systems. The research was carried out from the application, of semi-structured solutions with 155 producers of milk acquired in the State of Paraná, Brazil. A total of 17 variables related to the technologies used in milk production systems were used. System productivity variables were also collected considering the factors of production (land, herd and labor) with the greatest impact on the systems profitability. Exploratory factor analysis (EFA) and multiple regression were used for data analysis. The best grouping of technological variables found by EFA was able to explain 81% of the data variance in four different orthogonal factors: Forage & Structure, Management, Genetics & Reproduction & Concentrate and Health. Confirming our initial hypothesis there was a dependence between the genetic composition of the herd, reproductive strategies, and nutritional supplementation in the “Genetics & Reproduction & Concentrate” factor, as well as the need for capital investment in machinery and equipment for bulky production and structural ability to confine animals to the “Forage & Structural” factor. The four factors were important to explain the productivity of the production systems measured by the productivity of cows (L/cow/ day), land (L / ha / year), labor (L / person / day) and the proportion of lactating cows in total cows, with emphasis on the factor Genetics & Reproduction & Concentrate.

Keywords: Dairy farm; factor analysis; farm survey; technology adoption.

1. Introdução

A Revolução Verde foi um processo de difusão de tecnologias que acelerou os ganhos de produção e produtividade de muitos produtos agrícolas (Ameen and Raza, 2018; Evenson, 2003). Com início na década de 1960 nos Estados Unidos, a Revolução Verde foi difundida para outros países. Neste período, o termo “Pacote tecnológico” foi utilizado para denominar a combinação de diversas práticas indissociáveis de mecanização agrícola e uso de insumos melhorados, tais como: sementes, defensivos e fertilizantes. Entretanto, apesar de vários componentes de um pacote tecnológico serem interdependentes, alguns deles podem ser adotados individualmente, proporcionando aos produtores rurais uma gama de possibilidades de escolhas de tecnologia (Feder et al., 1985). Dentre essas opções, a escolha sequencial de alguns elementos apresenta como uma maneira eficiente de superar limitações individuais dos produtores rurais, sem perder de vista o resultado global de ganhos de eficiência técnica e econômica (Mann, 1977; Simões et al., 2015).

A investigação científica da adoção e difusão de uma tecnologia como evento independente é muito mais simples quando comparada com a avaliação de adoção de *clusters* ou pacotes tecnológicos. A análise de forma independente, pode ser uma visão distorcida da realidade ao considerar que a experiência individual de adoção de uma tecnologia necessariamente influencia a percepção e a capacidade de adoção de uma próxima (Rogers, 2003).

Grande parte dos trabalhos relacionados com a avaliação do impacto de adoção de tecnologias em sistemas de produção agropecuária, inclusive na produção de leite, usam abordagens metodológicas que visam isolar o efeito individual de uma tecnologia sobre a performance de sistemas, como, por exemplo, o uso de irrigação em pastagens, adoção de *Compost barn*, uso de sêmen sexado, entre muitas outras (Black et al., 2013; Ma et al., 2019; McCulloch et al., 2013; Moraes et al., 2015). Alguns trabalhos utilizam técnicas para o agrupamento de variáveis em fatores ou indicadores, relacionados por exemplo, à nutrição, genética, reprodução entre outros. Entretanto, nestes trabalhos, a associação entre esses fatores é quase sempre desconsiderada (Koerich et al., 2019; Rangel et al., 2020; Rauniyar and Goode, 1992; Rivas et al., 2019), tornando as análises menos apropriadas para um

contexto que a adoção de tecnologias é fortemente dependente de outros fatores presentes nos sistemas de produção (Rogers, 2003).

O debate sobre o impacto e o processo de adoção de novas tecnologias em sistemas agropecuários tem sido fundamental para a promoção de políticas públicas e promoção de desenvolvimento setorial. Portanto, torna-se relevante, identificar quais são as principais práticas tecnológicas que possuem algum grau de interdependência nos sistemas de produção agropecuários para que a recomendação de seu uso se converta em ganhos de eficiência.

Este tema é particularmente relevante para a os sistemas de produção de leite no Brasil, uma vez que esta é uma atividade presente em praticamente todo o território nacional e uma fonte relevante de renda e emprego no campo. O Brasil apresenta grande heterogeneidade de sistemas de produção resultante de uma miríade de combinações de tecnologias, estratégias de alimentação, padrões genéticos, mão de obra (empresarial e familiar), níveis de mecanização e escalas de produção (Bánkuti et al., 2020; Silva et al., 2016; Simões et al., 2017; Telles et al., 2017). O Brasil foi em 2018 o terceiro maior produtor de leite no mundo com produção de 33,8 bilhões de litros, atrás apenas dos Estados Unidos e da Índia. No entanto, a produtividade média das vacas de 2.068 litros/ano ainda está muito aquém do potencial que pode ser alcançado quando comparado com o outros países mais desenvolvidos, como por exemplo nos Estados Unidos, países da União Europeia e Nova Zelândia onde cada vaca produz em média 10.400, 6.245 e 4.269 litros/ano, respectivamente (FAO, 2018). Portanto, é evidente que há espaço para o crescimento deste setor no Brasil desde que haja políticas públicas e estratégias empresarias que promovam a difusão tecnológica de forma priorizada e considerando suas interdependências (Costa et al., 2013; Janssen and Swinnen, 2017).

Neste estudo, partindo da hipótese de que não é possível dissociar algumas dimensões tecnológicas dos sistemas de produção de leite, pois quando implementadas em conjunto podem proporcionar maiores níveis de produtividade nos sistemas. O objetivo neste trabalho, portanto, foi testar a indissociabilidade das principais tecnologias utilizadas pelos produtores de leite e avaliar o

impacto destas no desempenho dos sistemas de produção. Até onde entendemos, nenhum outro trabalho procurou fazer esse tipo de análise para a produção de leite no Brasil e, respeitando as particularidades, estes resultados podem ser extrapolados para outros contextos regionais ou produtos agropecuários.

2. Material e Métodos

O conjunto de produtores de leite analisado neste estudo se localiza no Estado do Paraná na Região Sul do Brasil. O Paraná é o segundo maior produtor nacional com volume de 4,4 milhões de toneladas de leite produzidos em 2018, representando 13% da produção do país (IBGE, 2018).

A amostragem de produtores e a coleta de dados foram realizadas seguindo os procedimentos sugeridos por trabalhos anteriores realizados na mesma região (Bánkuti et al., 2020; Borges and Lansink, 2015; Gabbi et al., 2013). Primeiramente, foram consultados especialistas para obter listas de produtores rurais com informações de coordenadas geográficas das fazendas, contato telefônico e rotas de coleta de leite. Estes especialistas eram assistentes técnicos dos laticínios atuantes na região, pesquisadores, técnicos de captação de leite, bem como profissionais dos órgãos públicos de assistência técnica e extensão rural. Os primeiros produtores entrevistados foram selecionados aleatoriamente a partir da listagem inicial e estes, por sua vez, indicaram outros produtores para participar da pesquisa. Os produtores que não foram localizados, ou não estavam dispostos a participar, foram substituídos por outros retirados das listas ou indicados. Este procedimento de amostragem é comumente utilizado no Brasil dada as dificuldades de acesso e as longas distâncias entre propriedades rurais. Ao final, foram entrevistados 155 produtores por meio da aplicação de um questionário *face-to-face* e foram utilizadas como ferramentas de coleta de dados um dispositivo móvel e um formulário eletrônico. Este estudo foi aprovado pelo Comitê Permanente de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Estadual de Maringá, Paraná, Brasil (protocolo nº 3.961.092).

Foram utilizadas 17 variáveis que abordam o uso de tecnologias nos sistemas de produção de leite. A escolha das variáveis levou em consideração os principais aspectos tecnológico em sistemas de produção de leite (Fleming et al., 2018; Rangel et al., 2017; Rivas et al., 2019; Simões et al., 2019), abordando a genética dos animais, o manejo reprodutivo, o manejo nutricional, o manejo sanitário e a gestão econômica e de índices zootécnicos (Tabela 13).

Tabela 13. Variáveis de tecnologias utilizadas nos sistemas de produção de leite estudados.

Descrição	Categorias de respostas
Genética do touro e/ou sêmen	1) Sem raça definida (SRD); 2) Raça de Corte; 3) Mestiço aptidão leiteira; 4) Raça pura
Manejo Reprodutivo	1) Somente Touro; 2) Touro + Inseminação artificial (IA); 3) IA; 4) IA + protocolo hormonal; 5) Transferência de embrião
Genética do rebanho de vacas	1) SRD; 2) SRD + Mestiça; 3) Mestiça; 4) Mestiça + Raça pura; 5) Raça pura
Uso de Ultrassonografia para diagnóstico de gestação	1) Não; 2) Sim
Base forrageira principal	1) Pastagens perenes (PP); 2) PP + pastagens de inverno; 3) PP + Forragens conservadas (FC); 4) Somente FC
Uso de máquinas para processar forragens	1) Não; 2) Sim
Forragens Conservadas	1) Não fornece; 2) Silagem de Milho (SM); 3) SM + Feno; 4) SM + Pré-secado
Quantidade de Grãos utilizado na dieta das vacas em lactação (Kg/dia)	Numérica
Confinamento dos animais	1) Não confina – sistema a pasto; 2) Semi-confinado; 3) Confinado
Nível de controle de custo	Likert ^a
Uso computacional para controle de custo	1) Não; 2) Sim
Nível de controle de índices zootécnicos	Likert ^a
Uso computacional para controle de índices zootécnicos	1) Não; 2) Sim
Vacinação contra Rinotraqueíte infecciosa bovina	1) Não faz; 2) Parcialmente (algumas vezes); 3) Faz rotineiramente
Vacinação contra Diarreia viral bovina	1) Não faz; 2) Parcialmente (algumas vezes); 3) Faz rotineiramente
Vacinação contra Leptospirose	1) Não faz; 2) Parcialmente (algumas vezes); 3) Faz rotineiramente
Vacinação contra Carbúnculo sintomático	1) Não faz; 2) Parcialmente (algumas vezes); 3) Faz rotineiramente

^aEscala Likert (1 = Muito baixo; 2 = Baixo; 3 = Intermediário; 4 = Alto; 5 = Muito alto).

Também foram coletadas variáveis de produtividade dos sistemas de produção de leite, levando em consideração os fatores de produção (terra, rebanho e mão de obra) de maior impacto na lucratividade dos sistemas (Ferrazza et al., 2020; Nascif, 2008; Nascimento et al., 2012). Essas variáveis compreenderam a eficiência produtiva das vacas, mensurada pela produtividade diária das vacas em lactação (L/vaca/dia); a eficiência do uso da terra medida pela sua produtividade anual (L/Ha/ano); eficiência reprodutiva, calculada pela razão entre número de vacas lactantes e o total de vacas no rebanho (Vacas lactantes/Total de vacas); e a eficiência da mão de obra, dada pelo volume diário de leite por trabalhador (L/pessoa/dia).

Análise estatística

A análise dos dados foi realizada em três etapas. A primeira foi uma análise descritiva das variáveis, a segunda uma Análise Fatorial Exploratória (AFE) e por último uma Análise de Regressão Múltipla (ARM).

A AFE foi utilizada para criar conjuntos de variáveis correlacionadas (Fatores) representando aspectos de uma mesma dimensão (Hair et al., 2009). O modelo utilizado foi com a seguinte especificação (equação 1):

$$X_p = a_{p1} * F_1 + a_{p2} * F_2 + \dots + a_{pm} * F_m + e_p \quad (\text{equação 1})$$

Em que X_p representa p -ésimo escore da variável ($p = 1, 2, \dots, m$); F_m são os fatores extraídos; a_{pm} as cargas fatoriais e e_i o erro.

Desta forma, os scores fatoriais para cada SPL foram estimados através da multiplicação do valor das variáveis padronizadas pelo coeficiente do score fatorial correspondente (equação 2):

$$F_j = d_{j1} * X_1 + d_{j2} * X_2 + \dots + d_{jp} * X_{jp} \quad (\text{equação 2})$$

Sendo (F_j) o j -ésimo fator extraído, (d_{jp}) os coeficientes dos scores fatoriais e (p) o número de variáveis.

A AFE foi realizada utilizando a matriz de correlação e o método de extração dos fatores foi o de componentes principais com rotação ortogonal pelo método *Varimax*. O critério da raiz latente foi utilizado para determinar a quantidade de indicadores extraídos, excluindo fatores com *autovalores* inferiores a um. O *autovalor* de cada fator foi obtido pela soma dos quadrados das cargas fatoriais de todas as variáveis (Hair et al., 2009; Kaiser, 1960; Manly, 1986).

A validade dos fatores foi obtida avaliando o *Cross-loading* das cargas fatoriais e pela consistência interna dos fatores dado pelo coeficiente alfa de *Cronbach*. A adequação da AFE foi observada considerando o teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e pelo teste de esfericidade de Bartlett (Hair et al., 2018; Manly, 1986).

A ARM foi realizada com o intuito de quantificar a capacidade de cada fator extraído pela AFE em explicar a eficiência produtiva. Os escores fatoriais salvos como medidas de regressão foram utilizados como variáveis independentes e as variáveis de produtividade dos sistemas como variável dependente (Çamdevýren et al., 2005; Koerich et al., 2019). O método para seleção dos fatores que compôs cada modelo foi de *Enter* utilizando o teste F para seleção de entrada dos fatores ao nível de significância de 5% de probabilidade, conforme o seguinte modelo estatístico (equação 4):

$$y = a + \beta_1 * As_1 + \beta_2 * As_2 + \beta_3 * As_3 \dots + e \quad (\text{equação 4})$$

Em que Y é a variável dependente relacionada a produtividade dos sistemas de produção; a uma constante; β o coeficiente de regressão de cada fator; As_n o coeficiente de escore fatorial n e e o erro do modelo. Os coeficientes de regressão foram testados pelo teste t . O coeficiente de determinação ajustado (R^2 ajustado) foi utilizado como critério padrão de sucesso preditivo e variance inflation factor (VIF) (<4.0) foi utilizado para verificar a existência de multicolinearidade entre as variáveis independentes (Hair et al., 2009). As análises estatísticas foram feitas utilizando software Statistical Package for Social Sciences IBM-SPSS®, Version 18.

3. Resultados

Entre os sistemas produtivos leiteiros analisados, a idade média do produtor rural e a escolaridade foram de $48,80 \pm 13,02$ anos e $8,60 \pm 3,87$ anos, respectivamente. O tempo de experiência do produtor na atividade leiteira foi de $21,56 \pm 14,32$ anos. A área total dos sistemas produtivos estudados foi em média $28,62 \pm 41,03$ hectares e a área destinada somente para a atividade leiteira de $18,47 \pm 21,50$ hectares. A produção diária de leite foi em média $426,66 \pm 506,56$ L/dia. Em relação ao rebanho, a produção diária das vacas em lactação foi em média $13,88 \pm 5,61$ L/dia. O número médio de vacas lactantes e vacas totais foram de $27,55 \pm 24,07$ cabeças e $38,32 \pm 29,97$ cabeças, respectivamente. O rebanho total de animais que fazia parte da atividade leiteira (bezerras, novilhas, vacas secas e lactantes) foi em média $59,61 \pm 48,18$ cabeças.

O melhor agrupamento das variáveis tecnológicas encontrado pela AFE foi capaz de explicar 81% da variância dos dados em 4 fatores ortogonais distintos. Todas as variáveis apresentaram valor de carga fatorial adequada, não apresentando *Cross-loading* e fatores com valores de *Cronbach's Alpha* superiores a 0.70, com exceção para a variável “Vacinação contra Carbúnculo sintomático”, que foi excluída do modelo, por não atender aos critérios definidos nesta análise. As variáveis que compõem cada fator são internamente correlacionadas e as variáveis de fatores distintos possuem pouca ou nenhuma correlação (Hair et al., 2018). O teste de Bartlett ($p < 0,0001$) e o valor de KMO (0,855) indicam a significância geral da matriz de correlação e que o conjunto de variáveis coletadas é significativamente adequado para a realização da AFE.

Destaca-se a semelhança da quantidade de variação explicada dos fatores (autovalores ≈ 3) e da contribuição de cada fator em explicar a variância total dos dados ($\approx 20\%$). As comunalidades das variáveis observadas foram superiores ao limiar proposto (>0.50) indicando a adequação do tamanho amostral para o modelo fatorial. Esses valores também indicam a alta capacidade dos fatores extraídos em representar as tecnologias observadas nos sistemas de produção de leite (Bánkuti et al., 2020; Hair

et al., 2009). A partir das cargas fatoriais significativas ($> 0,60$) os fatores foram definidos e nomeados em “*Forragem & Estrutura*”, “*Gestão*”, “*Genética & Reprodução & Concentrado*” e “*Sanidade*” (Tabela 14).

Tabela 14. Cargas fatoriais, communalidades e medidas dos fatores rotacionados extraídos pela análise fatorial exploratória.

Variáveis coletadas	Fatores				Comunalidades
	Forragem & Estrutura	Gestão	Genética & Reprodução & Concentrado	Sanidade	
BaseForra ¹	0,923	0,101	0,245	-0,002	0,923
MaqProces ²	0,890	0,114	0,183	0,069	0,844
ForraConserv ³	0,875	0,164	0,245	0,095	0,861
Conf. ⁴	0,847	0,164	0,271	0,067	0,822
CntrlCust ⁵	0,103	0,888	0,292	0,188	0,920
ComptCust ⁶	0,094	0,886	0,141	0,177	0,844
CntrlZoo ⁷	0,186	0,837	0,294	0,233	0,876
CompuZoo ⁸	0,194	0,781	0,109	0,221	0,708
Ultrassom ⁹	0,189	0,107	0,754	0,113	0,629
GenVaca ¹⁰	0,325	0,206	0,709	0,133	0,668
GenTouro ¹¹	0,181	0,175	0,694	0,251	0,608
QntGraoLact ¹²	0,146	0,224	0,690	0,179	0,580
Reprod ¹³	0,335	0,184	0,664	0,252	0,651
IBR ¹⁴	0,065	0,250	0,247	0,932	0,996
BVD ¹⁵	0,074	0,251	0,239	0,931	0,993
Lepto ¹⁶	0,060	0,252	0,247	0,931	0,994
<i>Medidas dos Fatores</i>					
Eigenvalues	3,540	3,319	3,079	2,978	
% of Variance	22,12	20,74	19,24	18,61	
Cumulative %	22,12	42,86	62,10	80,72	
<i>Cronbach's Alpha</i>	0,925	0,844	0,743	0,998	

¹BaseForra = Base forrageira principal; ²MaqProces = Uso de máquinas para processar forragens; ³ForraConserv = Produção de forragens conservadas; ⁴Conf. = Confinamento dos animais; ⁵CntrlCust = Nível de controle de custos; ⁶ComptCust = Uso computacional para controle de custos; ⁷CntrlZoo = Nível de controle zootécnico; ⁸CompuZoo = Uso computacional para controle zootécnico; ⁹Ultrassom = Uso de ultrassonografia para diagnóstico de gestação; ¹⁰GenVaca = Genética do rebanho de vacas; ¹¹GenTouro = Genética do touro e/ou sêmen; ¹²QntGraoLact = Quantidade de grãos ofertado às vacas em lactação; ¹³Reprod = Manejo reprodutivo; ¹⁴IBR = Vacinação contra Rinotraqueíte infecciosa bovina; ¹⁵BVD = Vacinação contra Diarreia viral bovina; ¹⁶LEP = Vacinação contra Leptospirose.

O fator *Forragem & Estrutura* foi composto pelas variáveis: Base forrageira, Uso de máquinas para processar forragens, Oferta de forragens conservadas e Confinamento dos animais. Este fator

explicou 22% da variação dos dados, e a comunalidade média das variáveis significativas que compõe esse fator foi de 86% (Tabela 14). A composição deste fator permite inferir que a produção e oferta de forragens suplementar aos animais estão estreitamente correlacionadas com a disponibilidade de maquinários e equipamentos próprios para tal finalidade, bem como o confinamento dos animais.

O fator Reprodução & Genética & Concentrado foi composto pelas variáveis: Uso de ultrassonografia para diagnóstico de gestão, Padrão genético das vacas, Padrão genético do touro ou sêmen, Quantidade de concentrado fornecido às vacas em lactação e Manejo reprodutivo. Este fator explicou 19% da variação dos dados e a comunalidade média das variáveis significativas que compõe esse fator foi de 63% (Tabela 14). Portanto, pode-se dizer, também que as tecnologias de reprodução, melhoramento genético e suplementação concentrada estão fortemente associadas aos sistemas de produção de leite.

Nos fatores Gestão e Sanidade, observam-se que as tecnologias que os compõem são relacionadas apenas com as práticas de gestão e sanidade, respectivamente, ou seja, não agregaram nenhuma outra prática que poderia estar associada com outras tecnologias. O fator Gestão foi composto pelas variáveis: Nível do controle de custo, Uso computacional para controle de custo, Nível de controle de índices zootécnicos e Uso computacional para controle zootécnico. Este fator explicou 21% da variação dos dados e a comunalidade média foi de 84% (Tabela 14). O fator Sanidade foi formado pelas variáveis Vacinação contra Rinotraqueíte infecciosa bovina, Vacinação contra Diarreia viral bovina e Vacinação contra Leptospirose, explicando 19% da variação dos dados e a comunalidade média de 99% (Tabela 14).

Com base na composição dos fatores descritos, pode-se aceitar a hipótese de que não é possível dissociar algumas dimensões tecnológicas dos sistemas de produção de leite. Observou-se dependência entre a composição genética do rebanho, estratégias reprodutivas e de suplementação nutricional no fator “Genética& Reprodução & Concentrado”, bem como na necessidade de aporte de capital em máquinas e equipamentos para a produção de volumosos e capacidade estrutural para confinar os

animais no fator “Forragem & Estrutural”. Os demais aspectos, Sanidade e Gestão são dissociáveis e as tecnologias que os compõem indicam independência de adoção entre elas.

A ARM possibilitou identificar individualmente a contribuição de fatores tecnológicos para explicar a eficiência produtiva dos sistemas de produção de leite. Os valores de VIF – *Variance inflation factor* – para todos os fatores foram iguais a um na ARM, indicando ausência de multicolinearidade entre os fatores extraídos pelo método ortogonal da AFE (Field, 2009; Hair et al., 2009).

Os quatro fatores de tecnologia obtidos explicam a produtividade das vacas em lactação (L/vaca/dia) com maior grau ajustamento (R^2 ajustado = 0,502) do que as outras medidas de produtividade (R^2 ajustado \approx 0,25). O maior coeficiente padronizado foi encontrado no fator “Genética & Reprodução & Concentrado” (0,629) indicando que esse fator possui maior influência sobre a produção diária das vacas lactentes, seguido dos fatores “Gestão”, “Sanidade” e “Forragem & Estrutura” (Tabela 15).

Três fatores de tecnologia foram significativos em explicar a eficiência do uso da terra com ajustamento de 27,5%. O fator de maior influência sobre essa variável foi o fator “Genética & Reprodução & Concentrado” com coeficiente padronizado de 0,403. Os fatores “Forragem & Estrutura” e “Gestão” apresentaram coeficientes menores. O fator “Sanidade” não foi estatisticamente significativo.

Três dos quatro fatores extraídos foram significativos para explicar a eficiência reprodutiva das vacas (Vacas lactantes/rebanho de vacas) com grau de ajustamento de 25,9%. O fator de maior influência foi “Genética & Reprodução & Concentrado” (0,409), seguido dos fatores “Sanidade” e “Gestão” respectivamente. O fator “Forragem & Estrutura” não foi estatisticamente significativo (Tabela 15).

Todos os coeficientes dos fatores de tecnologia foram estatisticamente significativos para explicar a eficiência da mão de obra (L/pessoa/dia) com grau de ajustamento de 23,1%. Os fatores

“Genética & Reprodução & Concentrado” e “Gestão” apresentaram coeficientes padronizados semelhantes (0,28). Os fatores “Forragem & Estrutura” e “Sanidade” apresentaram os menores valores de coeficientes padronizados (Tabela 15).

Tabela 15. Estimativas dos parâmetros das análises de regressão linear múltipla entre as medidas de produtividade e os fatores de tecnologia.

Variável dependente	Variável Independente	Unstandardized Coefficients		Std. Coef. Beta	p-value	95,0% Confidence Interval for B		Adj. R ²
		B	Std. Error			LB	UB	
Produção vacas lactantes (L/vaca/dia)	(Constant)	13,8	0,31		<0.01	13,2	14,5	0,502
	Forragem & Estrutura	0,9	0,31	0,168	<0.01	0,3	1,6	
	Gestão	1,2	0,31	0,220	<0.01	0,6	1,9	
	Genética&Reprodução & Nutrição	3,5	0,31	0,629	<0.01	2,9	4,1	
	Sanidade	1,1	0,31	0,209	<0.01	0,5	1,8	
Produtividade e do sistema (L/Ha/ano)	(Constant)	10843	736,02		<0.01	9389	12297	0,275
	Forragem & Estrutura	3025	738,4	0,281	<0.01	1566	4484	
	Gestão	2025	738,4	0,188	<0.01	566	3484	
	Genética& Reprodução & Concentrado	4339	738,4	0,403	<0.01	2880	5798	
	Sanidade	1416	738,4	0,132	>0.05	-42,4	2875	
Relação vacas lactantes por vacas totais (VL/VT)	(Constant)	0,7	0,01		<0.01	0,6	0,8	0,259
	Forragem & Estrutura	0,02	0,01	0,135	>0.05	0,001	0,04	
	Gestão	0,02	0,01	0,155	<0.01	0,003	0,05	
	Genética& Reprodução & Concentrado	0,07	0,01	0,409	<0.01	0,04	0,09	
	Sanidade	0,04	0,01	0,263	<0.01	0,02	0,07	
Eficiência da mão de obra (L/pessoa/dia)	(Constant)	196	14,2		<0.01	168	224	0,231
	Forragem & Estrutura	44,9	14,3	0,222	<0.01	16,6	73,2	
	Gestão	57,3	14,3	0,283	<0.01	29,1	85,6	
	Genética& Reprodução & Concentrado	57,7	14,3	0,285	<0.01	29,5	86,1	
	Sanidade	40,8	14,3	0,202	<0.01	12,6	69,2	

4. Discussão

Neste estudo foi avaliada a interdependência de tecnologias em sistemas de produção de leite e o impacto de grupos de tecnologias nos principais indicadores de desempenho. O melhor agrupamento encontrado entre as tecnologias avaliadas, resultou em quatro fatores ortogonais distintos. Os fatores foram nomeados como *Reprodução & Genética & Concentrado*, *Forragem & Estrutura*, *Gestão e Sanidade*.

Os quatro fatores apresentaram contribuições semelhantes para explicar a variância total dos dados e conseqüentemente a variabilidade dos sistemas de produção de leite na região estudada. Estudos anteriores mostraram que aspectos tecnológicos semelhantes são importantes em distinguir sistemas de produção de leite no Brasil (Gabbi et al., 2013; Neumann et al., 2016; Simões et al., 2017; Zimpel et al., 2017) e em outros países em desenvolvimento (García et al., 2012; Janssen and Swinnen, 2017; Rangel et al., 2020).

Dois dos fatores tecnológicos encontrados pela análise fatorial agruparam tecnologias de características distintas. Tecnologias relacionadas ao melhoramento genético e a reprodução se agruparam com tecnologias nutricionais no fator *Reprodução & Genética & Concentrado* e tecnologias de produção de forragens se agruparam com investimento em equipamentos e estrutura produtiva no fator *Forragem & Estrutura*. Isto confirma a hipótese inicial de que não é possível dissociar alguns aspectos tecnológicos em sistemas de produção de leite.

Sob o ponto de vista comportamental, a experiência de quem adota determinada tecnologia pode influenciar, a sua própria percepção sobre a necessidade de adoção de uma próxima tecnologia, fazendo com que sejam entendidas como indissociáveis (Rogers, 2003). Sob a ótica das especificidades de cada tecnologia, este resultado vai ao encontro da interdependência técnica para obtenção de ganhos de produtividade, como por exemplo o uso de sementes geneticamente melhoradas, fertilizantes sintéticos, defensivos agrícolas e mecanização desenvolvidos pela Revolução Verde. A falta, ou a incapacidade de fornecer algum dos elementos técnicos necessários para a combinação ótima de

tecnologias, pode fazer com que os ganhos esperados não ocorram, como já observado em regiões da África onde os pressupostos da RV não se difundiram amplamente (Ameen and Raza, 2018).

O uso de inseminação artificial, protocolos hormonais para indução de estro e transferência de embriões promove o avanço genético acelerado dos rebanhos leiteiros (Fleming et al., 2018) e o maior valor genético dos animais está associado com as maiores exigências nutricionais para produção (Kaniyamattam et al., 2016; NRC, 2001).

Em rebanhos de genética especializada para a produção de leite, faz-se necessário suprir as exigências nutricionais por meio de oferta de alimentos de maior valor nutricional e que promovam a maior ingestão de matéria seca. Esse provimento nutricional pode ser atendido pela oferta de forragens com maior valor nutritivo (Daniel et al., 2019; Zardin et al., 2017) ou por oferta de alimentos concentrados à base de grãos (Hills et al., 2015). Nesta análise foram incluídas tecnologias de nutrição com base na produção de silagem de milho como principal alimento volumoso e ração concentrada à base de milho e soja como complementação concentrada para as vacas em lactação.

Não se encontrou a oferta de concentrado associada com as características estruturais do sistema e nem há necessidade uso de maquinários específicos, entretanto como destacado por (Bernardes and Rêgo, 2014), a produção e oferta de forragens conservadas de maior valor nutricional estão associadas a estes investimentos específicos. Os resultados evidenciaram a interrelação dos aspectos estrutural e nutricional. Portanto, produtores que buscam a produção de forragens conservadas como a silagem de milho, necessitam também do uso intensivo de tratores e equipamentos agrícolas para a produção e processamento das forragens e tendem a manter os animais em confinamento em estruturas especializadas como o *Free-stall* e o *Compost Barn* (Becker et al., 2018; Black et al., 2013; Daniel et al., 2019).

A necessidade de investimentos financeiros em infraestrutura e maquinários para oferta de alimento volumoso é outra possível explicação para a indissociabilidade de tecnologias. O uso de sistemas de confinamentos exige maior investimento em infraestrutura (Breitenbach, 2018) e também

são associados ao maior custo de produção (Kühl et al., 2020). Segundo Bernardes e Rêgo (2014) um dos maiores obstáculos encontrados por alguns produtores para a produção de forragens conservadas no Brasil é a falta de acesso a equipamentos, principalmente para plantio e colheita das culturas. De acordo com Kühl et al. (2020), em sistemas de produção de leite de baixo uso de insumos em regiões montanhosas da Itália, as tecnologias de alimentação devem ser adotadas junto com melhorias nas estruturas produtivas das fazendas para obtenção de sustentabilidade econômica.

A intensificação dos sistemas de produção com investimentos em maquinários e estruturas pode estar associada à escassez de mão de obra qualificada no setor. Segundo Breitenbach (2018) e Bánkuti *et al.* (2018) a falta de mão de obra tem sido um dos motivos da busca de sistemas confinados, pois estes possibilitam maior número de vacas por trabalhador e, possivelmente, melhores condições de trabalho e remuneração. De maneira semelhante, Bernardes e Rêgo (2014) afirmam que a falta de mão de obra qualificada também afeta as operações de produção de forragens conservadas em fazendas leiteiras no Brasil.

Embora estudos realizados em outros países mostrem a relação da oferta de forragens conservadas e sistemas de confinamentos, com a maior oferta de concentrado aos animais e aspectos genéticos (Becker et al., 2018; Kühl et al., 2020), os (estes) resultados não mostram essa dependência. Gabbi *et al.* (Gabbi et al., 2013) avaliando sistemas de produção no Sul do Brasil encontraram fraca associação entre produção de forragens conservadas (silagem e feno), com o uso de concentrado.

Dietas equilibradas para ruminantes preconizam uma proporção ótima de alimentos volumosos e concentrados (Reid et al., 2015) e, também indicaria interdependência entre essas tecnologias. Entretanto, a baixa capacidade de produção de forragens conservadas, pela falta de equipamentos específicos, pode fazer com que produtores busquem suprir as necessidades nutricionais do rebanho com maior fração de alimentos concentrados associada ao uso intensivo de pastagens (Balcão et al., 2017; Novo et al., 2013). Segundo Koerich *et al.* (Koerich et al., 2019), o uso de concentrado está

associado com a intensificação do uso de pastagens com investimentos na implantação das forrageiras, sua fertilização e divisão de piquetes.

Os resultados indicam que a adoção de tecnologias de aspecto de sanidade é independente dos demais fatores. Independentemente dos outros aspectos tecnológicos, a prática de vacinação contra Rinotraqueíte Infecciosa Bovina (IBR), Diarreia Viral Bovina (BVD) e Leptospirose tem sido realizada ou não, em sistemas de produção de leite no Paraná. Essas doenças podem diminuir a eficiência reprodutiva das vacas (Souza et al., 2019), e portanto, pode-se esperar alguma dependência com tecnologias da reprodução do rebanho, e que não foi evidenciado em nestes resultados. As vacinas não são obrigatórias no Brasil, as características pessoais do produtor rural podem influenciar a adoção dessas práticas. Segundo Carley and Fletcher (1986), atributos individuais dos produtores de leite, também podem afetar a decisão de adoção de práticas isoladas ou combinadas para obtenção de maior eficiência econômica dos sistemas de produção. De acordo com Frössling and Nöremark (2016), fatores como gênero e nível de educação influenciam opiniões e as percepções dos produtores rurais em manter ou melhorar a biossegurança na fazenda. Outros estudos, mostraram que fatores sociopsicológicos como a influência da rede de relacionamentos e o risco percebido influenciam a intenção de produtores de leite em implementar medidas de prevenção e controle de doenças no rebanho (Brennan et al., 2016), como o caso da adoção da vacinação voluntária contra a doença a *Bluetongue* relatada por (Sok et al., 2016) e (Sok et al., 2018).

A gestão de custos e dos índices zootécnicos permite que produtores tomem decisões mais assertivas (Alary et al., 2016; Notte et al., 2020; Silva et al., 2015) sobre a adoção ou não de novas práticas, além de estar correlacionada com maiores produtividade dos sistemas de produção de leite (Losinger and Heinrichs, 1996; Smith et al., 2014). Os resultados indicam que a adoção das práticas gerenciais são independentes e apresentam menor importância relativa aos demais grupos de tecnologia para explicar a produtividade.

As tecnologias de melhoramento genético, técnicas de reprodução e uso de ração concentrada são as mais importantes para explicar os principais indicadores de produtividade dos fatores de produção como terra, rebanho e mão de obra. Por outro lado, Prospero-Bernal *et al.* (2017) destacam a importância de adoção conjunta de múltiplas estratégias de alimentação do rebanho para obtenção de maior desempenho econômico, principalmente em sistemas de produção de pequena escala em países em desenvolvimento. Segundo o autor, fazendas que utilizam intensificação de pastagens associada com suplementação de forragens conservadas têm maior independência econômica do que aquelas que usam uma ou nenhuma das duas estratégias.

5. Conclusão

Neste estudo, testando a indissociabilidade das principais tecnologias utilizadas pelos produtores de leite no Brasil e avaliando o impacto destas no desempenho dos sistemas de produção. Usando uma amostra de produtores do estado do Paraná na região Sul do país, pode-se concluir que as tecnologias podem ser agrupadas em 4 fatores independentes, entretanto alguns fatores possuem tecnologias de diferentes aspectos. Destacando que adoção tecnologias de produção de forragens está fortemente relacionada com a melhoria da estrutura de produção, principalmente adoção de maquinários específicos. Tecnologias relacionadas ao manejo reprodutivo, melhoramento genético e uso de ração concentrada também apresentaram forte relação e ficaram agrupadas em um único fator. As tecnologias de registro de controle de custos, uso computacional, e controle de índices zootécnicos ficaram independentemente agrupadas em um único fator, assim como as práticas sanitárias de vacinação do rebanho. Os quatro fatores foram importantes para explicar a produtividade dos sistemas de produção mensurada por diversos indicadores chave. As tecnologias que compuseram o fator Genética & Reprodução & Concentrado foram as principais para explicar a produtividade das vacas em lactação, da terra e a eficiência reprodutiva do rebanho.

6. Referências

- Alary, V., M. Corbeels, F. Affholder, S. Alvarez, A. Soria, J.H. Valadares Xavier, F.A.M. Silva, and E. Scopel. 2016. Economic assessment of conservation agriculture options in mixed crop-livestock systems in Brazil using farm modelling. *Agric. Syst.* 144:33–45. doi:10.1016/j.agsy.2016.01.008.
- Ameen, A., and S. Raza. 2018. Green Revolution: A Review. *Int. J. Adv. Sci. Res.* 3:129. doi:10.7439/ijasr.v3i12.4410.
- Balcão, L.F., C. Longo, J.H.C. Costa, C. Uller-Gómez, L.C.P.M.H. Filho, and M.J. Hötzel. 2017. Characterisation of smallholding dairy farms in southern Brazil. *Anim. Prod. Sci.* 57:735–745. doi:10.1071/AN15133.
- Bánkuti, F.I., R.C. Prizon, J.C. Damasceno, M.M. De Brito, M.S.S. Pozza, and P.G.L. Lima. 2020. Farmers' actions toward sustainability: a typology of dairy farms according to sustainability indicators. *Animal* 1–7. doi:10.1017/S1751731120000750.
- Bánkuti, I.F., J.C. Damasceno, S.M.S. Bankuti, K.C. Kuwahara, and R.C. Prizon. 2018. Labor conditions and family succession in dairy production systems in Paraná State, Brazil. *Cah. Agric.* 27:45004. doi:https://doi.org/10.1051/cagri/2018028.
- Becker, T., M. Kayser, B. Tonn, and J. Isselstein. 2018. How German dairy farmers perceive advantages and disadvantages of grazing and how it relates to their milk production systems. *Livest. Sci.* 214:112–119. doi:10.1016/j.livsci.2018.05.018.
- Bernardes, T.F., and A.C. Rêgo. 2014. Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. *J. Dairy Sci.* 97:1852–1861. doi:10.3168/jds.2013-7181.
- Black, R. a, J.L. Taraba, G.B. Day, F. a Damasceno, and J.M. Bewley. 2013. Compost bedded pack dairy barn management, performance, and producer satisfaction.. *J. Dairy Sci.* 96:8060–8074. doi:10.3168/jds.2013-6778.
- Borges, J.A.R., and A.G.J.M.O. Lansink. 2015. Comparing groups of Brazilian cattle farmers with different levels of intention to use improved natural grassland. *Livest. Sci.* 178:296–305. doi:10.1016/j.livsci.2015.05.035.
- Breitenbach, R. 2018. Economic Viability of Semi-Confined and Confined Milk Production Systems in Free-Stall and Compost Barn. *Food Nutr. Sci.* 9:609–618. doi:10.4236/fns.2018.95046.
- Brennan, M.L., N. Wright, W. Wapenaar, S. Jarratt, P. Hobson-west, I.F. Richens, J. Kaler, H. Buchanan, J.N. Huxley, and H.M.O. Connor. 2016. Implementing Cattle Disease Prevention and Control Great Britain. *Animals* 6:15. doi:10.3390/ani6100061.
- Çamdevýren, H., N. Demýr, A. Kanik, and S. Keskýn. 2005. Use of principal component scores in multiple linear regression models for prediction of Chlorophyll-a in reservoirs. *Ecol. Modell.* 181:581–589. doi:10.1016/j.ecolmodel.2004.06.043.

Carley, D.H., and S.M. Fletcher. 1986. An Evaluation of Management Practices Used by Southern Dairy Farmers. *J. Dairy Sci.* 69:2458–2464. doi:10.3168/jds.S0022-0302(86)80686-5.

Costa, J.H.C., M.J. Hötzel, C. Longo, and L.F. Balcão. 2012. A survey of management practices that influence production and welfare of dairy cattle on family farms in southern Brazil. *J. Dairy Sci.* 96:307–317. doi:10.3168/jds.2012-5906.

Daniel, J.L.P., T.F. Bernardes, C.C. Jobim, P. Schmidt, and L.G. Nussio. 2019. Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil. *Grass Forage Sci.* 74:188–200. doi:10.1111/gfs.12417.

Evenson, R.E. 2003. Assessing the Impact of the Green Revolution, 1960 to 2000. *Science* (80-). 300:758–762. doi:10.1126/science.1078710.

FAO. 2018. FAOSTAT: Food and Agricultural Commodities Production; Commodity per Country. Accessed.

Feder, G., R.E. Just, and D. Zilberman. 1985. Adoption of Agricultural Innovations in Developing Countries: A Survey. *Econ. Dev. Cult. Change* 33:255–298. doi:10.1086/451461.

Ferrazza, R. de A., M.A. Lopes, D.G. de O. Prado, R.R. de Lima, and F.R.P. Bruhn. 2020. Association between technical and economic performance indexes and dairy farm profitability. *Rev. Bras. Zootec.* 49. doi:10.37496/rbz4920180116.

Field, A. 2009. *Descobrimos a Estatística Usando o SPSS*. 2nd ed. Artmed, Porto Alegre.

Fleming, A., E.A. Abdalla, C. Maltecca, and C.F. Baes. 2018. Invited review: Reproductive and genomic technologies to optimize breeding strategies for genetic progress in dairy cattle. *Arch. Anim. Breed.* 61:43–57. doi:10.5194/aab-61-43-2018.

Frössling, J., and M. Nöremark. 2016. Original Article Differing perceptions – Swedish farmers' views of infectious disease control. *Vet. Med. Sci.* 2:54–68. doi:10.1002/vms3.20.

Gabbi, A.M., C.M. Mcmanus, A. V Silva, L.T. Marques, M.B. Zanela, M.P. Stumpf, and V. Fischer. 2013. Typology and physical – chemical characterization of bovine milk produced with different productions strategies. *Agric. Syst.* 121:130–134. doi:10.1016/j.agsy.2013.07.004.

García, C.G.M., P. Dorward, and T. Rehman. 2012. Farm and socio-economic characteristics of smallholder milk producers and their influence on technology adoption in Central Mexico. *Trop. Anim. Health Prod.* 44:1199–1211. doi:10.1007/s11250-011-0058-0.

Hair, J.F., W.C. Black, B.J. Babin, R.E. Anderson, W.C. Black, and R.E. Anderson. 2018. *Multivariate Data Analysis*. 8th ed. Cengage.

Hair, J.F.J., W.C. Black, B.J. Babin, and R.E. Anderson. 2009. *Multivariate Data Analysis*. 7th ed. Prentice Hall, Saddle River.

Hills, J.L., W.J. Wales, F.R. Dunshea, S.C. Garcia, and J.R. Roche. 2015. Invited review: An evaluation of the likely effects of individualized feeding of concentrate supplements to pasture-based dairy cows.. *J. Dairy Sci.* 98:1363–1401. doi:10.3168/jds.2014-8475.

IBGE. 2018. Instituto brasileiro de geografia e estatística - Produção da Pecuária Municipal 2018 46:1–8.

Janssen, E., and J. Swinnen. 2017. Technology adoption and value chains in developing countries : Evidence from dairy in India. *Food Policy* 0–1. doi:10.1016/j.foodpol.2017.08.005.

Kaiser, H.F. 1960. The application of electronic computers to factor analysis. *Educ. Psychol. Meas.* 20:141–151. doi:10.1177/001316446002000116.

Kaniyamattam, K., M.A. Elzo, J.B. Cole, and A. De Vries. 2016. Stochastic dynamic simulation modeling including multitrait genetics to estimate genetic , technical , and financial consequences of dairy farm reproduction and selection strategies. *J. Dairy Sci.* 99:8187–8202. doi:10.3168/jds.2016-11136.

Koerich, G., J.C. Damasceno, F.I. Bánkuti, J.L. Parré, and G.T. dos Santos. 2019. Influence of forage production area, concentrate supply, and workforce on productive results in milk production systems. *Rev. Bras. Zootec.* 48. doi:10.1590/rbz4820170177.

Kühl, S., L. Flach, and M. Gauly. 2020. Economic assessment of small-scale mountain dairy farms in South Tyrol depending on feed intake and breed. *Ital. J. Anim. Sci.* 19:41–50. doi:10.1080/1828051X.2019.1691064.

Losinger, W.C., and A.J. Heinrichs. 1996. Dairy Operation Management Practices and Herd Milk Production. *J. Dairy Sci.* 79:506–514. doi:10.3168/jds.S0022-0302(96)76393-2.

Ma, W., K. Bicknell, and A. Renwick. 2019. Feed use intensification and technical efficiency of dairy farms in New Zealand. *Aust. J. Agric. Resour. Econ.* 63:20–38. doi:10.1111/1467-8489.12283.

Manly, B.F.J. 1986. *Multivariate Statistical Methods – a Primer*. Chapman and Hall, New York.

Mann, C.K. 1977. Packages of Practices; A Step at a Time with Clusters? Page 12 in *American Agricultural Economics Association and the Western Agricultural Economics Association*, San Diego, CA.

McCulloch, K., D.L.K. Hoag, J. Parsons, M. Lacy, G.E. Seidel, and W. Wailes. 2013. Factors affecting economics of using sexed semen in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 96:6366–6377. doi:10.3168/jds.2013-6672.

Moraes, F., M.A. Lopes, F.R.P. Bruhn, F.M. Carvalho, A.L. Ribeiro, and E.M.B. Reis. 2015. Effect of pasture irrigation on the technical and management indicators of dairy farms. *Bol. Indústria Anim.* 72:136–142. doi:10.17523/bia.v72n2p136.

Nascif, C. 2008. Indicadores técnicos e econômicos em sistemas de produção de leite de quatro Mesorregiões do Estado de Minas Gerais. Universidade Federal de Viçosa,.

Nascimento, A.C.C., J.E. de Lima, M.J. Braga, M. Nascimento, and A.P. Gomes. 2012. Technical efficiency of milk production in Minas Gerais: an application of quantile regression. *Rev. Bras. Zootec.* 41:783–789.

Neumann, M.E., M.A. Zambom, M.J. Lange, F.I. Bankuti, D.D. Castagnara, A.L.G. Dias, R.C. Dos Reis Tinini, and T. Fernandes. 2016. Typology of dairy production systems from West Parana State based on production indices and feed used. *Semin. Agrar.* 37:1565–1580. doi:10.5433/1679-0359.2016v37n3p1565.

Notte, G., H. Cancela, M. Pedemonte, P. Chilibroste, W. Rossing, and J.C.J. Groot. 2020. A multi-objective optimization model for dairy feeding management. *Agric. Syst.* 183:102854. doi:10.1016/j.agsy.2020.102854.

Novo, A.M., M. Slingerland, K. Jansen, A. Kanellopoulos, and K.E. Giller. 2013. Feasibility and competitiveness of intensive smallholder dairy farming in Brazil in comparison with soya and sugarcane: Case study of the Balde Cheio Programme. *Agric. Syst.* 121:63–72. doi:10.1016/j.agsy.2013.06.007.

NRC. 2001. National Resarch Council - Nutrient Requeriments of Dairy Cattle. 7th ed. Washinton, D.C.

Prospero-Bernal, F., C.G. Martínez-García, R. Olea-Pérez, F. López-González, and C.M. Arriaga-Jordán. 2017. Intensive grazing and maize silage to enhance the sustainability of small-scale dairy systems in the highlands of Mexico. *Trop. Anim. Health Prod.* 49:1537–1544. doi:10.1007/s11250-017-1360-2.

Rangel, J., C. De-pablos-heredero, P.T. Mujica, M. Feijoo, and C. Barba. 2020. Structural and Technological Characterization of Tropical Smallholder Farms of Dual-Purpose Cattle. *Animals* 10:1–13. doi:doi:10.3390/ani10010086.

Rangel, J., J.A. Espinosa, C. de Pablos-Heredero, C. Barba, A. Velez, A. García, and J. Rivas. 2017. Adoption of innovations and organizational practices in management , animal feeding and reproduction in dual-purpose bovine of small farms in Mexico. *Rev. Científica FCV-LUZ* 27:44–55.

Rauniyar, G.P., and F.M. Goode. 1992. Technology adoption on small farms. *World Dev.* 20:275–282. doi:10.1016/0305-750X(92)90105-5.

Reid, M., M. O'Donovan, J.P. Murphy, C. Fleming, E. Kennedy, and E. Lewis. 2015. The effect of high and low levels of supplementation on milk production, nitrogen utilization efficiency, and milk protein fractions in late-lactation dairy cows. *J. Dairy Sci.* 98:5529–5544. doi:10.3168/jds.2014-9016.

Rivas, J., J.M. Perea, C. De-Pablos-Heredero, E. Angon, C. Barba, and A. García. 2019. Canonical correlation of technological innovation and performance in sheep's dairy farms: Selection of a set of indicators. *Agric. Syst.* 176:102665. doi:10.1016/j.agsy.2019.102665.

Rogers, E.M. 2003. *Diffusion of Innovations*. 5th ed. Free press, New York.

Silva, L.H.A. da, M.R.G. da Camara, and T.S. Telles. 2016. Evolution and spatial distribution of dairy production in Paraná State, Brazil. *Acta Sci. Hum. Soc. Sci.* 38:37–47. doi:10.4025/actascihumansoc.v38i1.30006.

Silva, M.F. da, J.C. Pereira, S.T. Gomes, C. Nascif, and A.P. Gomes. 2015. Avaliação dos indicadores zootécnicos e econômicos em sistemas de produção de leite. *Rev. Política Agrícola* 24:62–73.

Simões, A.R.P., C.F. Nicholson, A.M. Novakovic, and R.M. Protil. 2019. Dynamic impacts of farm-level technology adoption on the Brazilian dairy supply chain. *Int. Food Agribus. Manag. Rev.* 1–14. doi:10.22434/IFAMR2019.0033.

Simões, A.R.P., M.V.M. Oliveira, and D. de O. Lima-Filho. 2015. Social technologies for the development of dairy cattle in Rio Feio Settlement in Guia Lopes da Laguna, MS, Brazil Technologies. *Interações (Campo Gd.* 16:163–173. doi:http://dx.doi.org/10.1590/1518-70122015114.

Simões, A.R.P., J.D. dos Reis, and P.S. Avelar. 2017. The Technological heterogeneity of dairy farming in Minas Gerais. *Agrarian* 10:261–269. doi:10.30612/agrarian.v10i37.6782.

Smith, R.F., J. Oultram, and H. Dobson. 2014. Herd monitoring to optimise fertility in the dairy cow: making the most of herd records, metabolic profiling and ultrasonography (research into practice). *animal* 8:185–198. doi:10.1017/S1751731114000597.

Sok, J., H. Hogeveen, A.R.W. Elbers, and A.G.J.M. Oude Lansink. 2016. Using farmers' attitude and social pressures to design voluntary Bluetongue vaccination strategies. *Prev. Vet. Med.* 133:114–119. doi:10.1016/j.prevetmed.2016.09.016.

Sok, J., H. Hogeveen, A.R.W. Elbers, and A.G.J.M. Oude Lansink. 2018. Perceived risk and personality traits explaining heterogeneity in Dutch dairy farmers' beliefs about vaccination against Bluetongue. *J. Risk Res.* 21:562–578. doi:10.1080/13669877.2016.1223162.

Souza, G.N. De, L.M.C. Pegoraro, C.F. Weissheimer, and G. Fischer. 2019. Epidemiological situation and risk Factors to Infectious Diseases in Dairy Cattle Located in Different Mesoregions of the State of Rio Grande do Sul , Brazil , 2016 / 2017. *Vet. Sci. Med.* 2.

Telles, T.S., M.D. Bacchi, and J. Shimizu. 2017. Spatial distribution of microregions specialized in milk production. *Semin. Ciências Agrárias* 38:443–454. doi:10.5433/1679-0359.2017v38n1p443.

Zardin, P.B., J.P. Velho, C.C. Jobim, D.R.M. Alessio, I.M.P. Haygert-Velho, G.M. Da Conceição, and P.S.G. Almeid. 2017. Chemical composition of corn silage produced by scientific studies in Brazil - A meta-analysis. *Semin. Agrar.* 38:503–511. doi:10.5433/1679-0359.2017v38n1p503.

Zimpel, R., F.I. Bánkuti, M.A. Zambom, K.C. Kuwahara, S.M.S. Bánkuti, R. Zimpel, F.I. Bánkuti, M.A. Zambom, K.C. Kuwahara, and S.M.S. Bánkuti. 2017. Characteristics of the dairy farmers who perform financial management in Paraná State, Brazil. *Rev. Bras. Zootec.* 46:421–428. doi:10.1590/s1806-92902017000500008.

VII.CONCLUSÃO GERAL

Neste trabalho, discutiu-se sobre os fatores que explicam a estratégia de uso de concentrado em sistemas de produção de leite, a intenção dos produtores em utilizar de forma mais intensa o concentrado, bem como as relações entre os diferentes aspectos relacionados à adoção de tecnologias nos sistemas leiteiros e seus impactos em variáveis produtivas.

Os resultados mostraram que o uso de grãos em sistemas de produção de leite foi determinado principalmente pela genética do rebanho, aporte tecnológico para aprimoramento genético e pela relação do produtor rural com o laticínio. Os resultados também demonstraram que a percepção do produtor quanto a gestão de custos e controle de índices zootécnicos, o tipo de forragem e a percepção da capacidade própria do produtor rural em ofertar forragens aos animais influenciam o uso de grãos. A partir dos resultados, estratégias que visam incrementar a oferta de grãos em sistemas de produção de leite devem se concentrar em ordem de importância, no aprimoramento do padrão genético dos animais; na relação dos produtores rurais com os laticínios; na gestão financeira e de índices zootécnicos do sistema e na oferta de volumoso aos animais.

Quanto a intenção dos produtores, os resultados mostraram que esta foi influenciada por medidas diretas de atitude, controle comportamental percebido e não pela norma subjetiva. Desta forma, a intenção de aumentar a oferta de grãos para vacas em lactação pode ser aumentada pela avaliação positiva dos produtores sobre o aumento do uso de grãos na alimentação de vacas em lactação e pelas percepções positivas sobre sua própria capacidade de adotar esse comportamento. Porém, as percepções sobre as pressões sociais para o aumento do uso de grãos na dieta de vacas em lactação, não teve influência sobre a intenção.

Quanto a avaliação da adoção tecnológica, os resultados mostraram que alguns aspectos tecnológicos são indissociáveis no sistema de produção de leite. A adoção de tecnologias para a produção de forragens está fortemente relacionada com a melhoria da estrutura de produção, principalmente adoção de maquinários específicos. Tecnologias relacionadas ao manejo reprodutivo, melhoramento genético e uso de ração concentrada também apresentaram forte relação. As tecnologias de registro de controle de custos, uso computacional e controle de índices zootécnicos são independentes. Todos os aspectos tecnológicos avaliados foram importantes para explicar a produtividade dos sistemas de produção. As tecnologias que compuseram o fator Genética & Reprodução & Concentrado foram as principais para explicar a produtividade das vacas em lactação, a produtividade da terra e a eficiência reprodutiva do rebanho.