

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA E DO RISCO NO AGRONEGÓCIO DO LEITE

LEANDRO CARVALHO BASSOTTO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS (UFLA)

MARCOS AURÉLIO LOPES

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS (UFLA)

GIDEON CARVALHO DE BENEDICTO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS (UFLA)

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA E DO RISCO NO AGRONEGÓCIO DO LEITE

1. INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira é um setor do agronegócio de grande relevância para o desenvolvimento econômico e a geração de riqueza, emprego e renda para os agricultores. No Brasil, a taxa média de crescimento da produção leiteira tem se mantido em 4% ao ano, colocando o país na quinta colocação no ranking dos países que mais produzem leite no mundo (FAO, 2020). Esse crescimento é notório e superior às expectativas do próprio Governo Federal que projeta uma taxa de crescimento médio da pecuária leiteira entre 2,4% e 3,3% de 2015 a 2025 (BRASIL, 2015). A elevação da produção mundial de leite (OECD, 2018) demonstra o potencial do setor para o Brasil e o mundo que se destaca, principalmente, pelos esforços de intensificação dos sistemas de produção e utilização de novas tecnologias de produção e informação visando a racionalização do uso de recursos produtivos e maximização dos resultados econômico-financeiros da atividade.

Contudo, a eficiência produtiva, econômica e zootécnica da pecuária leiteira de muitas propriedades ainda é baixa, reduzindo o nível de atratividade do negócio do leite (LOPES et al. 2016) e aumentando o risco de insolvência das fazendas leiteiras no longo prazo. Eficiência pode ser definida como o desenvolvimento de atividades operacionais com qualidade, utilizando-se dos recursos disponíveis para a produção com racionalidade. Riscos, por outro lado, são entendidos como todas as possíveis ocorrências que podem prejudicar o processo produtivo, diminuindo sua eficiência.

A Teoria da Produção procura explicar a relação entre os fatores e o desempenho produtivo de propriedades leiteiras. Para tanto, esta abordagem recorre aos conceitos de produtividade e produção (ARTUZO et al., 2018) para explicar as eficiências operacionais. Trata-se de uma teoria que se limita a explicar a eficiência e o uso racional dos recursos produtivos. Este enfoque tem negligenciado os riscos inerentes ao processo produtivo e aqueles associados ao negócio da pecuária de leite. As análises de risco são amplamente discutidas na literatura sobre gestão financeira, porém as pesquisas que envolvem o tema análise de risco aplicadas ao agronegócio são incipientes (DINTERMAN; KATCHOVA; HARRIS, 2018). Os estudos de riscos sobre a pecuária leiteira são mais escassos, sendo que a maioria se dedica a estudá-los em empresas quando se encontram em estágios de declínio do negócio (OGACHI et al., 2020). Outras pesquisas que exploram os referidos riscos preventivamente, ou seja, antes de sua ocorrência são igualmente escassos. Estes estudos são fundamentais para garantir que os produtores tomem decisões mais seguras e conscientes das possibilidades das condições econômicas e mercadológicas futuras.

2. PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVO

Estudos que analisem a relação existente entre eficiência e risco em propriedades leiteiras são cruciais para o desenvolvimento e fortalecimento do agronegócio leiteiro. Assim, este artigo busca resposta para a seguinte questão: como eficiência e risco associados à exploração da pecuária leiteira têm sido pesquisados e que fatores ou variáveis são levados em consideração para se avaliar eficiência e risco? Este artigo tem por objetivo analisar as relações existentes entre eficiência e riscos e propor um *framework* de análise que integre diferentes pesquisas que abordaram os riscos e a eficiência associados ao negócio leiteiro.

Para cumprir este objetivo optou-se pela revisão integrativa da literatura como procedimento metodológico. Além de permitir instrumentalizar a pesquisa bibliográfica, esta abordagem permitiu o mapeamento e a integração de 4 artigos publicados em periódicos internacionais sobre o tema eficiência e risco.

3. EFICIÊNCIA E RISCO NA PECUÁRIA LEITEIRA

Nos últimos anos, apesar da recessão que vem impactando o país e impedido o crescimento mundial, o agronegócio tem sido um dos principais setores da economia a se manter em crescimento. Segundo Vilela et al. (2016), este comportamento é notado devido às elevadas taxas de crescimento e à capacidade do setor em suprir às demandas do mercado interno. Entre os diversos setores produtivos que estão inseridos no agronegócio, a pecuária leiteira se destaca pela grande contribuição para o desenvolvimento econômico e social de agricultores que, com esta atividade, têm uma fonte de renda mais rápida no campo (FAO, 2020).

Em todo o mundo, existe uma forte demanda pela autossuficiência de produtos de agricultura básica e, diante de sua importância econômica e social, a produção de leite se destaca pela necessidade de expansão da produção mundial (ÖRS; OĞUZ; 2019). Apesar do mercado internacional do leite ser mais competitivo, o Brasil ainda não consegue se destacar na exportação desse produto, fato que estimula a diminuição da atratividade do negócio no mercado interno e limita o desenvolvimento da sua cadeia produtiva (VILELA et al., 2016). As propriedades leiteiras tendem a ficarem mais vulneráveis, uma vez que o aumento da produção nacional acarreta redução dos preços de venda do produto, estando a atividade mais exposta à lei da oferta e da demanda. Diversos autores salientam que essas consequências podem impactar significativamente o negócio do leite, uma vez que os produtores estejam mais expostos às oscilações do mercado (GEBREEGZIABHER; TADESSE, 2014; SAUER; LOHMANN, 2015; LIEN; KUMBHAKAR; HARDAKER, 2017)

Segundo Perobelli, Araújo Júnior e Castro (2018), constata-se a predominância de pequenos e médios produtores no Brasil, fato que vem mudando nos últimos anos, uma vez que o avanço tecnológico e o aumento no volume de leite individual dessas propriedades têm contribuído com seus crescimentos. Os autores acrescentam ainda que, aliado a isso, tem-se a elevação do consumo de lácteos que pode contribuir com a melhoria da qualidade do leite, sendo aspectos positivos para o fortalecimento da cadeia produtiva. Segundo Sauer e Lohmann (2015), todos esses fatores favorecem a competitividade da pecuária leiteira e estimulam produtores a expandirem suas capacidades produtivas.

A intensificação de sistemas de produção é vista como uma tendência global, impactando diretamente nas propriedades leiteiras (DOUPHRATE et al., 2013), que se veem cada vez mais pressionadas a elevarem a eficiência produtiva para se manterem competitivas. Esta necessidade ocorre devido a fatores políticos, econômicos, sociais e ambientais que impactam o agronegócio leiteiro SAUER; LOHMANN, 2015; EVINK; ENDRES, 2017).

Para que a intensificação de sistemas produtivos ocorra, é necessário que os fatores de produção (terra, trabalho e capital) sejam utilizados de modo que garantam elevados padrões de eficiência. Muitos desses fatores, por serem naturais, não podem ser manipulados e suas intempéries podem impactar significativamente na atividade leiteira. Thornton et al. (2018) chamam a atenção para as mudanças climáticas e pluviométricas, entre outros, que interferem na atividade leiteira, principalmente nos últimos anos. O resultado é a necessidade de utilização de maiores aportes de recursos para garantir elevados índices de produtividade e diminuir os riscos do negócio no longo prazo (ENGLAND et al., 2019).

Existem outros riscos que podem ser evitados ou terem seus impactos mitigados. Kivaria, Noordhuizen e Kapaga (2006) destacam uma série de riscos advindos de problemas operacionais (problemas de qualidade, de alimentação, da água e sanitários, entre outros) e de estratégias de gestão, como as práticas de *marketing*, que podem interferir substancialmente na eficiência da atividade leiteira.

Propriedades leiteiras de pequeno porte, por possuírem maior limitação de recursos, são fortemente impactadas pelos riscos que podem surgir. Para Gebreegziabherab e Tadesseac (2014), essas propriedades tendem a estar mais vulneráveis, uma vez que o processo produtivo

seja menos desenvolvido que propriedades de grande porte. Já em propriedades maiores, existe maior disponibilidade de recursos que favorece para que sejam sistemas produtivos mais eficientes. Contudo, o aumento da eficiência aumenta a complexidade dos riscos que podem surgir, deixando essas propriedades mais expostas a riscos com maior capacidade de dano à atividade leiteira (EVINK; ENDRES, 2017). Implica dizer que a incidência do risco sobre a atividade leiteira ocorre, independente do seu tamanho, alterando sua probabilidade de ocorrência e os impactos gerados às operações de propriedades leiteiras.

Figer et al. (2018), ao analisarem diferentes determinantes de risco, destacaram alguns tipos que podem interferir na atividade leiteira. Sauer e Lohmann (2015) corroboram com esse entendimento e também indicam que os principais deles foram a terra, a mão de obra, a alimentação, o tamanho do rebanho e os custos de produção. Todos estes determinantes de riscos possuem relação direta com a eficiência de propriedades leiteiras.

4. METODOLOGIA

Esta pesquisa possui abordagem qualitativa que, segundo Bryman (1989) e Spector (2002), contribuem com um aprofundamento de um determinado assunto ou campo de estudo. Quanto à natureza dos objetivos, trata-se uma pesquisa descritiva, que permite analisar características de um determinado fenômeno ou estabelecer uma relação entre diferentes variáveis (GIL, 2002). Possui temporalidade longitudinal, visto que os artigos escolhidos foram publicados entre os anos de 2014 e 2017.

Optou-se por fazer uma pesquisa bibliográfica utilizando-se, para tanto, artigos científicos relevantes sobre a área de eficiência e riscos operacionais na pecuária leiteira. Pesquisas bibliográficas são especialmente importantes para tentar cobrir uma maior gama de elementos de um determinado fenômeno, uma vez que outras tipologias de pesquisas podem não ser tão abrangentes (GIL, 2002).

Os quatro artigos utilizados nesta pesquisa (Quadro 1) foram identificados nas bases de dados *Web of Science* (WoS) e *Scopus*. Para isso, foram utilizados os seguintes descritores: *operational*, *operational management*, *risk*, *risk management*, *milk production*, *dairy farms*, *dairy production*, *portfolio frontier* e *efficiency*. Estes descritores foram pesquisados com a utilização dos operadores booleanos *AND* e *OR* no título, resumo e palavras-chave dos artigos. Foram selecionados 141 artigos de todas as categorias da WoS. Posteriormente, foram mantidos todos aqueles categorizados pelas bases de dados como artigos de economia e/ou negócios. Foi realizado o mesmo procedimento na *Scopus* e, posteriormente, excluídas todas as duplicidades existentes, resultando em 12 artigos. Destes, foi realizada uma leitura minuciosa do resumo, metodologia e conclusões para selecionar os artigos, considerando a relevância do periódico, expressa pelo fator de impacto (sendo aceitos apenas artigos com índice superior a 1,000) e a relação entre a temática dos artigos com a presente pesquisa.

A técnica de análise de dados utilizada é a revisão integrativa da literatura. Essa técnica é uma importante ferramenta para expansão de temas novos ou emergentes, que careçam de maior arcabouço teórico, como forma de contribuição para pesquisas futuras (TORRACO, 2016). Esta metodologia de análise foi adotada devido ao limitado volume de publicações que analisam eficiência e riscos em propriedades leiteiras.

O Quadro 1 apresenta as principais informações referentes aos artigos escolhidos.

Quadro 1. Artigos utilizados na análise de revisão integrativa sobre eficiência e risco na pecuária leiteira

Item	Artigos			
	Um	Dois	Três	Quatro
Autores e ano	Sauer e Lohmann (2015)	Evink e Endres (2017)	Lien, Kumbhakar e Hardaker (2017)	Gebreegziabher e Tadesse (2014)
Título	Investment, technical change and efficiency: empirical evidence from German dairy production	Management, operational, animal health, and economic characteristics of large dairy herds in 4 states in the Upper Midwest of the United States	Accounting for risk in productivity analysis: an application to Norwegian dairy farming	Risk perception and management in smallholder dairy farming in Tigray, Northern Ethiopia
Periódico	European Review of Agricultural Economics	Journal of dairy science	Journal of Productivity Analysis	Journal of Risk Research
JCR ¹	2,419	3,082	1,603	1,699
SJR ²	1,250	1,340	1,800	1,620
Temática	Análise da eficiência	Análise da eficiência e risco	Análise da eficiência e risco	Análise de risco
Tipo de dados	Secundários	Secundários	Secundários	Primários
Técnica de análise dos dados	Modelagem econométrica	Descritiva e cluster	Regressão	Análise Fatorial
Tamanho da amostra	2.697	15	192	304
Temporalidade	1996 a 2010	2012 a 2013	2009	2011
Tamanho das propriedades analisadas	Não especificado	Grandes, com mais de 2.500 vacas.	Não especificado	Pequenas, em regime de agricultura familiar.
País pesquisado	Alemanha	Estados Unidos	Noruega	Etiópia

¹fator de impacto da *Web of Science*. ²fator de impacto da *Scopus*.

Fonte: elaborado pelos autores a partir de dados obtidos nos referidos artigos e nas bases *Web of Science* (2020) e *Scopus* (2020)

Revisões integrativas são consideradas abordagens teóricas mais amplas, entre as várias tipologias de revisões, permitindo a combinação de diferentes teorias, além de permitir análises mais aprofundadas de um determinado tópico (SOUZA; SILVA; CARVALHO, 2010). Assim, permite gerar um panorama mais abrangente de conceitos complexos, por meio da multiplicidade de propósitos, teorias e problemas relevantes para uma determinada área do conhecimento (WHITTEMORE; KNAFL, 2005).

Após a seleção das obras, foi realizada uma análise em todos os artigos visando identificar a estrutura que melhor representaria os dados apresentados.

5. ANÁLISE DAS INTEGRATIVAS SOBRE EFICIÊNCIA E RISCO

5.1. *Investment, technical change and efficiency: empirical evidence from German dairy production*

Sauer e Lohmann (2015) analisaram o desenvolvimento da pecuária leiteira na Alemanha e a relação existente entre investimentos, inovação, tecnologias e eficiência produtiva. Segundo eles, os últimos anos no país têm sido marcados pelo aumento da especialização, aumento da produção leiteira e redução da quantidade de propriedades leiteiras. Entre as causas, destacam-se a redução das políticas governamentais de subsídio e a alta volatilidade do preço de venda da produção leiteira.

Produtividade e eficiência das operações são fundamentais para garantir a atratividade do negócio do leite. Esses elementos estão, muitas vezes, atrelados ao aumento dos investimentos nas unidades produtivas, mas prejudicam os custos pela elevação das depreciações. Por isso, investimentos em comunicação (internet) são considerados uma grande inovação tecnológica que podem contribuir significativamente com a melhoria da eficiência nas propriedades leiteiras, impactando minimamente nos custos da atividade (SAUER; LOHMANN, 2015).

A eficiência contribui com a melhoria do desenvolvimento gerencial do processo produtivo do leite. O aumento da produtividade de leite não é consequência da melhoria da eficiência, mas da capacidade do processo de inovação dessas unidades produtivas (SAUER; LOHMANN, 2015). A elevação da inovação faz com que a fronteira de produção aumente, permitindo que mais leite seja produzido e maximizando os recursos disponíveis. Por esse motivo, o processo tecnológico deve considerar investimentos em inovação que, quando bem conduzidos, podem contribuir com a redução dos riscos da atividade no longo prazo (SAUER; LOHMANN, 2015).

O fim do sistema de quotas do leite na União Europeia pode estar desestimulando a mudança tecnológica e a eficiência das propriedades leiteiras (SAUER; LOHMANN, 2015). Uma vez que tais fatores estejam aumentando a fronteira de produção das propriedades leiteiras, a modificação das políticas públicas que regulamentam o sistema de quotas de produção de leite na União Europeia pode prejudicar no desenvolvimento da pecuária leiteira na Alemanha. Além disso, a inovação tecnológica é uma das grandes responsáveis pela redução da ineficiência dos processos produtivos do leite (SAUER; LOHMANN, 2015).

Outro elemento de crucial importância é o nível de educação e formação profissional dos gestores do negócio do leite. Aquelas propriedades cujos gestores apresentaram maior nível de desenvolvimento educacional foram as que tiveram mais eficiência em seus processos produtivos (SAUER; LOHMANN, 2015). Atrelado a isso, propriedades com maiores níveis de especialização apresentaram melhoria técnica e operacional no processo de produção do leite. Do mesmo modo, o aumento do nível de especialização contribuiu com a redução da mão de obra necessária para executar as atividades operacionais do leite (SAUER; LOHMANN, 2015).

Como consequência, constatou-se que a melhoria da eficiência aumentou a liquidez financeira das propriedades leiteiras. Tal comportamento é um reflexo da melhor utilização dos recursos produtivos, que foram melhor explorados. Entre esses recursos, destaca-se a utilização da terra, considerada uma das maiores oportunidades para que a fronteira de produção de propriedades leiteiras seja expandida. Em resumo, investimentos em inovação tecnológica são economicamente viáveis e podem contribuir com a melhoria da eficiência e o desempenho econômico da atividade leiteira.

A partir do artigo de Sauer e Lohmann (2015), foi desenvolvido uma representação dos principais fatores que interferem na eficiência de propriedades leiteiras na Alemanha (Figura 1).

As oscilações do preço de venda do leite são grandes e o mercado tem se mostrado mais instável com as novas políticas públicas adotadas pela União Europeia sobre o setor leiteiro. Foi possível constatar que elas, modificando questões relacionadas ao sistema de quotas na produção de leite, comprometem a eficiência e a capacidade de gerenciamento de investimento das propriedades alemãs. Além disso, a eficiência dessas propriedades indicou estar fortemente atrelada à capacidade de inovação tecnológica, visto que as propriedades mais eficientes foram aquelas que mais inovaram (SAUER; LOHMANN, 2015). Do mesmo modo, a formação educacional, expressa pela formação profissional dos gestores, foi consideravelmente impactante para contribuir com a melhoria do processo

produtivo do leite. Também foi responsável por incrementar a elevação da especialização das propriedades, visto que, segundo os autores, melhores eficiências foram identificadas nas unidades produtivas mais especializadas na produção de leite.

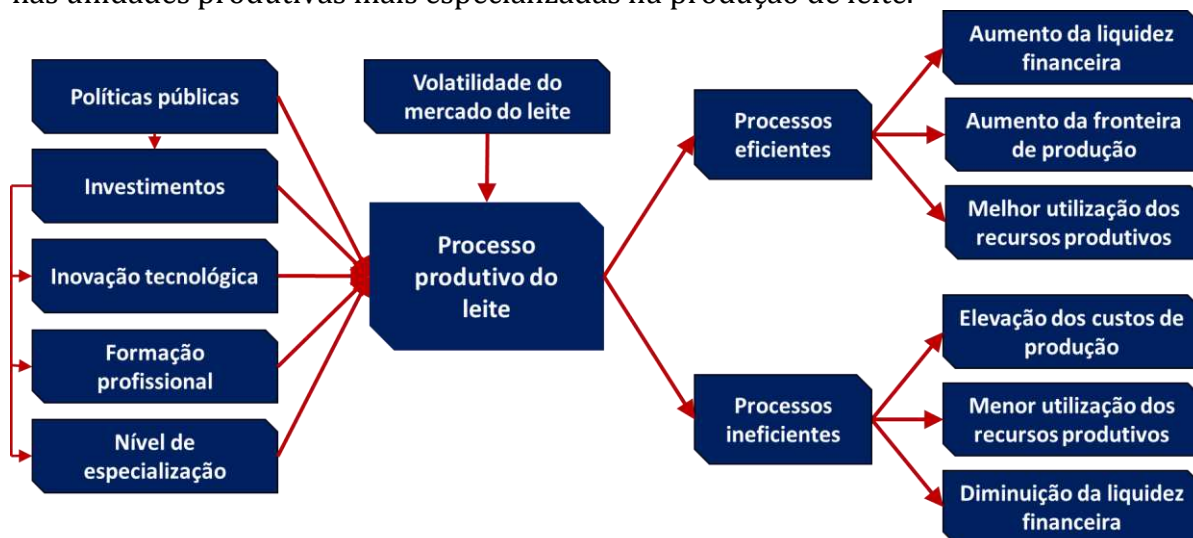


Figura 1. Fatores da eficiência produtiva de propriedades leiteiras na Alemanha
 Fonte: elaborada pelos autores, a partir de dados e informações de Sauer e Lohmann (2015)

A relação entre esses fatores (Figura 1) permitiu compreender que propriedades que possuam sistemas produtivos mais eficientes tendem a ter melhor liquidez financeira, visto que os custos de produção reduzem à medida que se maximiza a utilização dos recursos produtivos. Além disso, propriedades mais eficientes conseguem aumentar suas fronteiras de produção, possibilitando aumento na capacidade produtiva máxima da atividade leiteira.

Entretanto, propriedades menos eficientes demonstraram ter piores resultados financeiros, advindos pela elevação dos custos de produção. Nessas propriedades, os recursos produtivos não foram utilizados da melhor forma possível, motivo que justificaria a sua falta de desempenho produtivo. Elas podem estar mais expostas a riscos, por terem maior vulnerabilidade produtiva.

Essa obra realizou uma vasta pesquisa sobre a pecuária leiteira na Alemanha e permitiu compreender características de propriedades mais eficientes. Sua maior limitação foi não apresentar características mercadológicas que venham a interferir na eficiência de propriedades leiteiras alemãs. Deste modo, pesquisas sobre o tema seriam válidas para aprofundar tais questões, visto que permitiriam uma visão mais heurística da cadeia produtiva do leite naquele país, bem como propor ações de estímulo à redução da taxa ou abandono da atividade leiteira no referido país.

5.2. Management, operational, animal health, and economic characteristics of large dairy herds in 4 states in the Upper Midwest of the United States

O objetivo dos pesquisadores foi analisar as principais práticas de gestão, operações e sanidade animal de rebanhos leiteiros de grande porte, presentes em quatro estados norte-americanos (EVINK; ENDRES, 2017).

A escala de produção é de crucial importância para manter elevados padrões de eficiência econômica e produtiva na atividade leiteira. A flutuação nos preços de *commodities* e, em especial, do leite, colocam as propriedades leiteiras em grande vulnerabilidade, ficando muito expostas ao mercado e aos custos de produção (EVINK; ENDRES, 2017). Entre os componentes dos custos de produção, a alimentação é o de maior impacto na atividade leiteira norte-americana.

As unidades produtivas analisadas são altamente tecnicizadas e com eficiências operacionais superiores às médias de outras propriedades leiteiras de grande porte nos Estados Unidos. A pesquisa demonstrou a importância da estrutura organizacional para o cumprimento das atividades necessárias para a produção de leite, de modo que se garanta elevada eficiência gerencial nos diversos setores das propriedades.

Embora as propriedades tenham conseguido preços do leite melhores que aqueles praticados pelo mercado norte-americano, constatou-se elevada dependência da eficiência operacional para manter a lucratividade da atividade leiteira. Os componentes dos custos de produção com maiores representatividades foram a alimentação, mão de obra, reposição de animais, depreciações e remuneração do capital investido; custos muito elevados devido ao grande investimento realizado (EVINK; ENDRES, 2017).

Todas as propriedades dispõem de mão de obra estrangeira para realizar as práticas operacionais não automatizadas das propriedades (EVINK; ENDRES, 2017). Embora haja elevada eficiência na utilização da mão de obra, os autores demonstraram ser este um grande risco da atividade, visto que, caso haja modificações nas políticas públicas, as propriedades podem não conseguir contratar funcionários suficientes para realizar todas as atividades operacionais necessárias. Uma alternativa para isso, sugerida pelos autores, é a intensificação de tecnologias automatizadas que permitam a operacionalização com menos funcionários contratados.

A mastite demonstrou ser um dos principais fatores que precisam ser trabalhados, visto que apresentaram grande variação entre as propriedades analisadas. Além disso, existem funcionários contratados advindos de outros países, demonstrando a escassez de mão de obra nativa para trabalhar com pecuária leiteira.

Outro ponto que vale salientar, é que existe uma tendência, nos Estados Unidos, em se aumentar o tamanho das propriedades leiteiras. A Figura 2 apresenta uma síntese dos estudos propostos por Evink e Endres (2017).

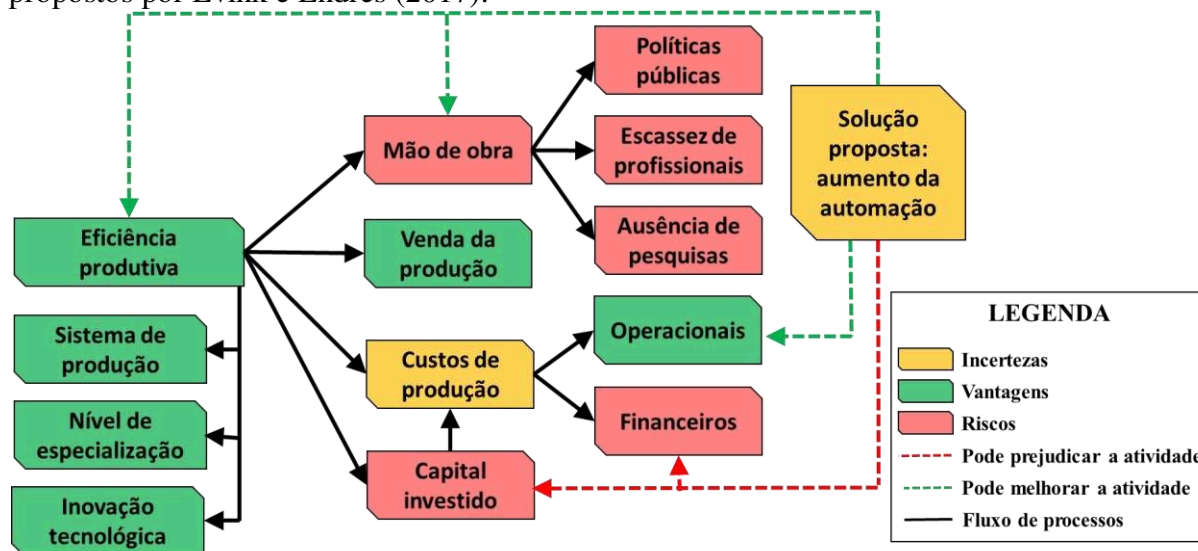


Figura 2. Fatores de eficiência em grandes propriedades leiteiras dos Estados Unidos
 Fonte: elaborada pelos autores a partir de dados e informações de Evink e Endres (2017).

O estudo de Evink e Endres (2017) apresentaram três características que ajudam a explicar a eficiência produtiva de propriedades leiteiras. A primeira é a inovação tecnológica, que permite a utilização de tecnologias que aumentem a automação do processo produtivo e contribuem com a elevação da qualidade e maximização dos recursos produtivos. O nível de especialização é considerado outro fator de forte impacto na atividade, visto que propriedades que realmente não sejam especializadas na produção de leite podem ter sérios problemas de

viabilidade econômica no longo prazo. O terceiro é a escolha do sistema de produção, ao qual a pesquisa dos autores demonstrou sua importância para a especialização, mas não se aprofundaram no tema.

Apesar dos autores terem salientado que a volatilidade dos preços do leite nos Estados Unidos é uma grande ameaça para o setor, ela parece não ser um problema de relevância para as propriedades analisadas. Na maioria delas, o leite produzido foi comercializado com preços superiores aos praticados no mercado.

Existem dois grandes riscos para a pecuária leiteira norte-americana: a mão de obra e o capital investido (EVINK; ENDRES, 2017). O primeiro fator que interfere na mão de obra são as políticas públicas, com especial destaque para as de imigração, que restringem a inserção de trabalhadores de outras nacionalidades na atividade leiteira. O país carece de profissionais nativos que desenvolvam as atividades operacionais em propriedades leiteiras, o que pode ser constatado pela existência de imigrantes em todas as 15 propriedades em estudo (EVINK; ENDRES, 2017). Além disso, os autores acrescentam que existem poucas pesquisas que investigaram o impacto da escassez de mão de obra e das políticas públicas na pecuária leiteira.

Por serem de grande porte, o elevado capital investido contribui com a eficiência dessas propriedades, mas prejudica na ampliação de seus níveis de utilização de tecnologias (pois já possuem elevado desenvolvimento tecnológico). Além disso, novos investimentos demandam vultuosos aportes financeiros que aumentam o capital imobilizado e elevam os custos de produção, pela elevação das depreciações e da remuneração do capital investido (EVINK; ENDRES, 2017). Como consequência, tem-se maior incerteza sobre os custos de produção que podem não contribuir para gerar resultados positivos, visto que, a depender do aporte investido, podem ser superiores às receitas da atividade, conferindo prejuízo aos pecuaristas.

Evink e Endres (2017) apresentaram uma solução que poderia auxiliar nos problemas dessas propriedades leiteiras quanto à utilização de mão de obra: a elevação da automação dos processos produtivos. Tal medida reduziria os impactos negativos da escassez de profissionais para atuarem na atividade e deixaria as propriedades menos dependentes de políticas que regulamentam a imigração no país. Entretanto, o aumento da automação implica em elevar substancialmente o capital investido, podendo inflar os custos e diluir os resultados da atividade. Por esse motivo, é considerada uma incerteza, visto que seu impacto no desempenho de grandes propriedades leiteiras pode desencadear efeitos colaterais prejudiciais. Ainda assim, a automação da atividade leiteira parece ser uma medida viável, visto que aumentaria o nível de especialização do processo produtivo e melhoraria a inovação tecnológica dessas propriedades, características fundamentais para a elevação da eficiência dos processos produtivos do leite nos Estados Unidos (EVINK; ENDRES, 2017).

Esta pesquisa apresentou uma pequena quantidade de propriedades analisadas. Tal limitação se deu pela baixa incidência de propriedades leiteiras que tenham mais de 2.500 vacas no rebanho. Por não haverem estudos que investiguem a eficiência de processos produtivos desse porte, a pesquisa é de fundamental relevância para ampliar o conhecimento sobre a eficiência de grandes propriedades leiteiras.

5.3. Accounting for risk in productivity analysis: an application to Norwegian dairy farming

O foco deste artigo é analisar os efeitos dos riscos sobre a gestão em propriedades leiteiras norueguesas (LIEN; KUMBHAKAR; HARDAKER, 2017). Existem inúmeros fatores que interferem na gestão dos riscos. Variáveis não controláveis (clima, mercado, riscos de poluição, entre outras) exercem forte impacto sobre a gestão e o desenvolvimento da atividade leiteira. Existe, ainda, a possibilidade de riscos provenientes das práticas gerenciais como a redução na utilização dos insumos para diminuir as despesas, impactando no volume e qualidade do leite produzido. Outro aspecto que pode impactar a atividade leiteira é a percepção dos agricultores sobre os riscos que impactam na atividade e podem tomar decisões muito

distintas para tentar mitigar um determinado risco (LIEN; KUMBHAKAR; HARDAKER, 2017). Implica dizer que as diferentes estratégias adotadas pelos pecuaristas devem ser consideradas nas análises de risco, visto que podem impactar diretamente na eficiência operacional da produção de leite.

Lien, Kumbhakar e Hardaker (2017) identificaram a existência de três índices de risco que podem interferir na eficiência produtiva do leite: a atitude para o risco, a percepção do risco e a habilidade de gerenciar riscos na atividade leiteira. Os custos da atividade são utilizados para balizar a influência de tais índices no referido processo produtivo.

A escala de produção é uma importante prática de minimização dos riscos. Considerando o princípio *ceteris paribus*, o aumento da produtividade contribuiu com a redução dos custos de produção do leite. O aumento nos três índices de análise (atitudes para o risco, percepção do risco e habilidade de gerenciar o risco) contribuíram com o aumento da escala de produção (LIEN; KUMBHAKAR; HARDAKER, 2017).

As propriedades que tiveram maiores riscos foram aquelas que apresentaram menor produção de leite. Assim, o aumento da escala de produção contribuiu com a redução dos riscos do negócio, assim como contribuiu com a redução dos custos da atividade (LIEN; KUMBHAKAR; HARDAKER, 2017). Do mesmo modo, aquelas propriedades cujos pecuaristas se mostraram mais otimistas com relação ao futuro apresentaram maiores produtividades. Comportamento similar foi identificado também com relação ao nível de educação dos produtores.

A Figura 3 apresenta uma síntese dos principais fatores de eficiência e risco para a pecuária leiteira norueguesa, na visão de Lien, Kumbhakar e Hardaker (2017).

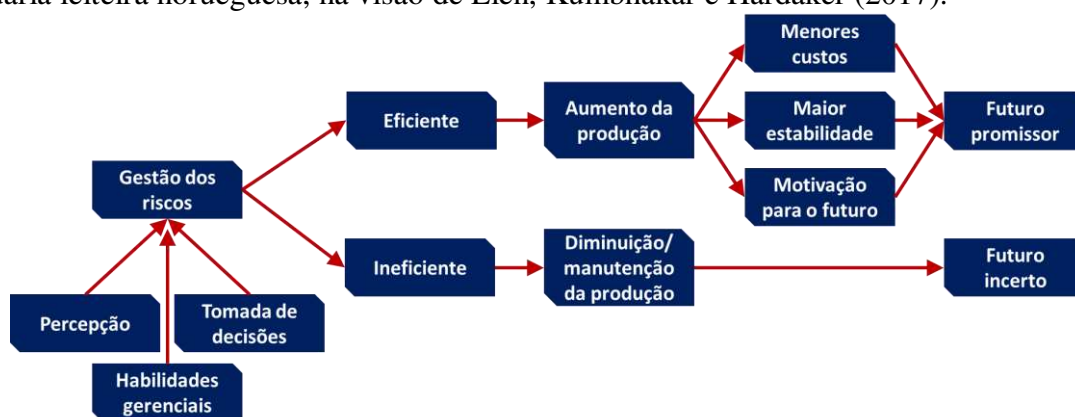


Figura 3. Fatores de eficiência e risco em propriedades leiteiras da Noruega

Fonte: elaborada pelos autores, a partir de dados e informações de Lien, Kumbhakar e Hardaker (2017).

A gestão dos riscos é composta por três habilidades. A primeira delas, a percepção, reflete a capacidade dos gestores em identificar a existência do risco ou sua iminente possibilidade. A segunda, habilidades gerenciais, são as capacidades dos gestores de conseguirem gerir suas atividades e definir práticas de gestão que contribuam com a gestão de riscos. Essas duas características são complementadas pela capacidade dos gestores em tomar decisões relacionadas ao risco, visando mitigá-lo ou preveni-lo (LIEN; KUMBHAKAR; HARDAKER, 2017).

Os estudos evidenciam que existem propriedades com maior e menor capacidade de gerir os riscos. As mais eficientes foram aquelas que conseguiram produzir maiores volumes de leite, enquanto que as menos eficientes mantiveram ou diminuíram a quantidade de leite produzido. Os autores apresentaram três comportamentos para propriedades mais eficientes: a possibilidade de menores custos, advindos do aumento da escala de produção, maior estabilidade produtiva, garantindo menores variações de produção (com melhor renda ao longo do ano) e produtores mais motivados com a atividade com possibilidades de desenvolvimento

futuro da produção leiteira. Tais comportamentos permitem identificar um futuro promissor para propriedades que tenham elevada eficiência produtiva (LIEN; KUMBHAKAR; HARDAKER, 2017). Essas considerações estão sumarizadas na Figura 3.

Contudo, uma das limitações da pesquisa é não identificar comportamentos de propriedades menos eficientes, caracterizadas pela manutenção ou diminuição do volume de leite produzido. Caso houvesse tal informação, seria possível aprofundar em pesquisas que venham a explorar esses comportamentos e, a partir disso, propor melhorias que contribuam com o fortalecimento da cadeia produtiva do leite na Noruega.

A obra apresentou uma boa estruturação teórica, composta por detalhada exemplificação dos métodos de pesquisa. Com uma abordagem longitudinal, seria possível um aprofundamento em pesquisas que explorem a capacidade de propriedades leiteiras em lidarem com o risco em diferentes cenários, bem como analisar a capacidade dos gestores da atividade leiteira em desenvolverem suas práticas gerenciais para lidar com o risco.

5.4. Risk perception and management in smallholder dairy farming in Tigray, Northern Ethiopia

Foram estudadas 2.500 propriedades leiteiras de pequeno porte na Etiópia devido sua importância para o desenvolvimento local (GEBREEGZIABHER; TADESSE, 2014). Assim como no Brasil, essas propriedades são bastante limitadas e, muitas vezes, possuem sistemas produtivos pouco eficientes.

A percepção dos produtores rurais sobre os riscos a que a atividade está ou estará exposta é de fundamental importância para o desenvolvimento dessas propriedades. Contudo, existem poucas pesquisas na literatura que explorem esse tema (GEBREEGZIABHER; TADESSE, 2014). Além disso, quando se consideram estudos sobre a percepção de riscos em pequenas propriedades leiteiras, em países em desenvolvimento, constata-se maior carência ainda de artigos que abordem o tema.

A maioria dos produtores demonstrou conhecimento sobre a necessidade de se conhecer os riscos e se identificaram como tomadores de decisão nas áreas de mercado, financeira e tecnológicas de risco (GEBREEGZIABHER; TADESSE, 2014). Implica dizer que há entendimento por parte dos produtores rurais sobre a necessidade de se ter uma gestão dos riscos que seja eficiente e contribua com o desenvolvimento da atividade leiteira.

O artigo foi estruturado abordando duas temáticas: a percepção dos produtores rurais com relação ao risco e as estratégias identificadas por eles utilizadas para lidar com os riscos. A obra analisada não identificou quais eram as estratégias utilizadas para tentar mitigar as variáveis de risco, mas permitiram, por meio da discussão dos resultados, que tal interpretação fosse feita. Por meio da análise fatorial, Gebreegziabher e Tadesse (2014) definiram as variáveis de maior representatividade nos riscos e as estratégias utilizadas pelos produtores de leite da Etiópia. Das 16 variáveis de risco identificadas e das 12 estratégias utilizadas pelos produtores etíopes, Gebreegziabher e Tadesse (2014) definiram os fatores de risco e estratégias utilizadas pelos referidos produtores. A Figura 4 apresenta uma síntese dos resultados encontrados pelos autores da pesquisa.



Figura 4. Principais variáveis de risco e estratégias de gestão utilizadas por produtores de leite da Etiópia
 Fonte: elaborado pelos autores, a partir de dados e informações de Gebreegziabher e Tadesse (2014).

A pesquisa demonstrou que as práticas de gestão ligadas ao controle higiênico e de doenças estão relacionadas com os fatores de risco produtivos e tecnológicos. Foi possível constatar forte predominância de doenças nos rebanhos etíopes, motivo que explica o surgimento de tal fator.

As estratégias de gestão adotadas pelos produtores para diversificar a renda apresentaram relação com os fatores financeiros e institucionais. Os fatores financeiros dizem respeito questões relacionadas a empréstimos e melhoria da renda da atividade. Por esse motivo, constata-se que a diversificação da renda contempla práticas de gestão e manutenção de dívidas. Os fatores institucionais se referem à falta de apoio do governo e à limitação da produção leiteira em decorrência da não especialização dos rebanhos. Embora não esteja explícito na obra, os fatores institucionais também podem influenciar nas práticas denominadas rede de mercado, que compreendem a busca por informações de mercado e o *marketing* cooperativo.

Apenas os fatores humanos não apresentam uma estratégia específica para tentar mitigar seus efeitos sobre a pecuária leiteira da Etiópia. As práticas de diversificação da renda permitem inferir que auxiliam (parcialmente) neste fator. Contudo, não há evidências de nenhuma prática de gestão que preconize a melhoria da saúde das famílias produtoras de leite na Etiópia.

Com esse artigo, foi possível compreender como é a percepção de pequenos produtores de leite familiar sobre os riscos e as estratégias utilizadas na gestão dos riscos adotadas. A obra, contudo, não apresentou uma relação direta e evidente entre as variáveis de risco e as práticas estratégicas utilizadas na gestão dos riscos nessas propriedades. Novos estudos que permitam

identificar, com maior profundidade, quais as práticas adotadas por produtores familiares no combate ou prevenção a riscos na atividade leiteira podem contribuir com o fortalecimento deste entendimento.

6. FRAMEWORK DE ANÁLISE E AGENDA DE PESQUISAS

O Quadro 2 apresenta um resumo das principais características da pecuária leiteira, investigadas por diferentes autores.

Quadro 2. Resumo das principais características e abordagens de quatro artigos sobre pecuária leiteira

Item	Sauer e Hohmann (2015)	Evink e Endres (2017)	Lien, Kumbhakar e Hardaker (2017)	Gebreegziabher e Tadesse (2014)
Principais fatores de eficiência	Investimento, inovação tecnológica, educação e nível de especialização.	Inovação tecnológica, nível de especialização e sistema de produção utilizado.	Escala de produção.	Produção e sanidade dos animais
Principais fatores de risco	Políticas públicas e volatilidade do mercado do leite.	Mão de obra (disponibilidade, políticas de imigração mais restritivas e limitação de pesquisas sobre políticas públicas), aumento dos investimentos e piora dos resultados financeiros da atividade.	Percepção dos produtores, habilidades gerenciais e capacidade de tomada de decisões.	Produção, utilização de tecnologias, financeiros, institucionais, de mercado e humanos.
Perspectivas para a pecuária leiteira	Favoráveis, se houver eficiência produtiva.	Aumentar a automação dos processos produtivos.	Aumentar a escala de produção.	Melhorar a eficiência produtiva para mitigar riscos.

Fonte: elaborado pelos autores.

Apenas o artigo de Gebreegziabher e Tadesse (2014) apresentou dados primários, analisando pequenas propriedades leiteiras de agricultura familiar da Etiópia. A obra apresentou limitações das propriedades leiteiras, tais como baixa produção e presença fortemente marcante de doenças de elevado grau de transmissibilidade e/ou impacto econômico na atividade leiteira, tais como febre aftosa, que está presente em mais de 14% das propriedades analisadas.

Já as propriedades leiteiras analisadas por Evink e Endres (2017), apresentaram elevada eficiência produtiva, indicando que um (entre os maiores) risco dessas propriedades é a inflamação das glândulas mamárias (mastite). Por serem consideradas propriedades de elevado porte, os resultados confirmaram a existência de grande capital investido, indicado pelos autores como um componente de oportunidade para o desenvolvimento da pecuária leiteira e risco para a gestão dos custos dessas propriedades. Isso ocorre devido, principalmente, à elevação dos custos com depreciação e remuneração do capital investido. Embora o objeto de estudo desses dois artigos seja antagônico, constata-se os riscos ocasionados pelas políticas públicas sobre a atividade leiteira, podendo comprometer significativamente os resultados dessas propriedades.

As obras concordam que as políticas públicas em seus respectivos países não contribuem muito com o fortalecimento da cadeia produtiva do leite. Seja por falta de políticas menos restritivas à imigração (nos Estados Unidos), pela ausência ou limitação de subsídios à atividade leiteira (União Europeia) ou pela menor preocupação com a saúde pública (Etiópia). Caberia aos governos desses países o desenvolvimento de políticas de médio e longo prazo que contribuam efetivamente com o fortalecimento da pecuária leiteira, seja ela de pequeno, médio ou grande porte.

A alta volatilidade dos preços de venda da produção leiteira também é mencionada em todas as obras. No artigo de Evink e Endres (2017), a volatilidade, embora seja um sério problema nos Estados Unidos, não influenciou no desempenho das propriedades analisadas,

visto que o preço médio de venda do leite foi superior aos praticados pelo mercado. Uma explicação seria o elevado volume que aumenta o poder de negociação de propriedades maiores, bem como redução do custo de produção pelo efeito da escala (Temos vários artigos que comprovam isso).

As quatro obras corroboram com o entendimento sobre a necessidade de se gerir os riscos para aumentar as perspectivas futuras da atividade. Do mesmo modo, é possível identificar que o aumento da escala de produção e de novas tecnologias é fundamental para melhorar a eficiência da atividade leiteira.

Analisando os principais fatores de eficiência e risco para propriedades leiteiras, foi possível desenvolver um esquema (Figura 5) que ajuda a compreender os principais fatores de eficiência, risco e perspectivas futuras de propriedades com processos produtivos eficientes.

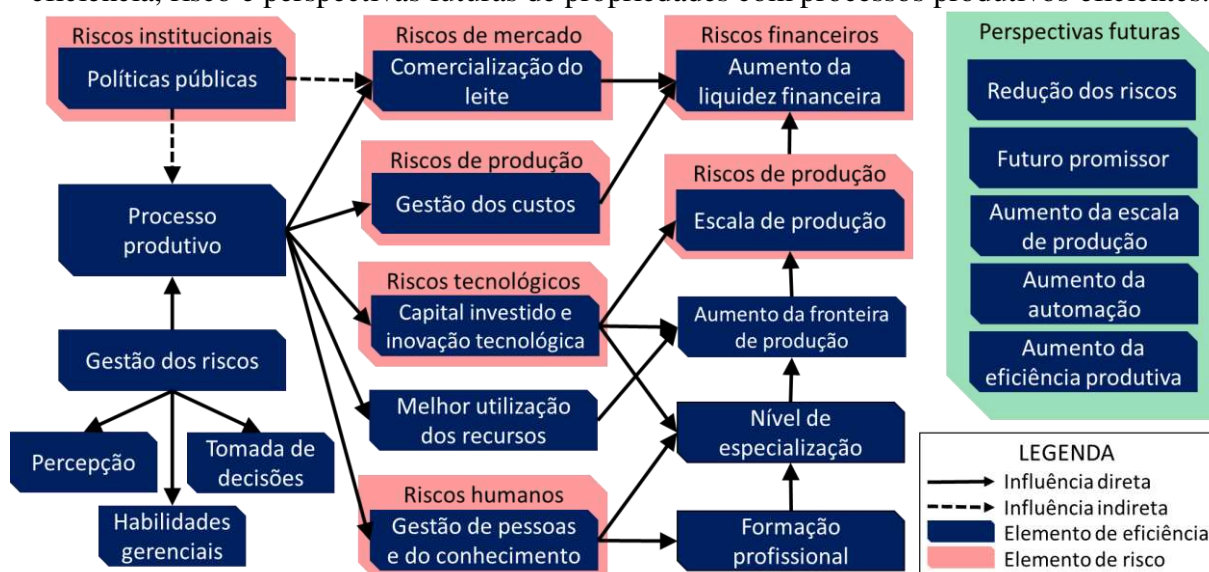


Figura 5. A gestão estratégica da eficiência e dos riscos em propriedades leiteiras
Fonte: elaborada pelos autores, a partir de dados e informações obtidas na literatura.

Os setores que apresentaram maiores necessidades de eficiência para contribuir com a atividade leiteira foram a gestão de riscos, dos custos, de pessoas e do conhecimento, a comercialização do leite, utilização dos recursos produtivos e naturais, capital investido e inovação tecnológica, escala produtiva, especialização dos sistemas de produção e melhoria do desempenho financeiro da atividade. Com eficiência, a possibilidade de um futuro mais promissor, com menores riscos, maior escala de produção, maior automação e aumento da produtividade parecem ser mais favoráveis.

Nenhum dos quatro artigos contemplou os riscos e os possíveis impactos econômicos, sociais e ambientais da utilização dos recursos naturais e do aumento da escala de produção. Também não foi considerado o risco do impacto do crescimento da atividade leiteira sobre a utilização do solo, da água e eventuais riscos ambientais advindos do aumento da produção. Além disso, o aumento do nível de especialização de propriedades leiteiras contribuiu com a melhoria da eficiência e redução dos riscos do negócio, mas não foram apresentados quais seriam os riscos advindos do aumento da especialização em propriedades leiteiras.

Apesar de ter sido identificado a importância da formação profissional e da busca por conhecimento pelos produtores, os artigos não exploraram como e quais níveis de conhecimento podem impactar na melhoria da eficiência e redução dos riscos da atividade leiteira. Visto que sistemas produtivos mais eficientes tendem a ser mais complexos, pesquisas que demonstrem de forma mais evidente como esses fatores (conhecimento e formação profissional, eficiência e risco) podem contribuir com o desenvolvimento de pesquisas empíricas sobre o tema, são importantes para a melhoria da atividade leiteira, que são escassas.

7. CONCLUSÕES

O objetivo, com este estudo, foi analisar as relações existentes entre eficiência e riscos e propor um *framework* de análise que integre diferentes pesquisas que abordaram os riscos e a eficiência associados ao negócio leiteiro.

O artigo de Sauer e Lohmann apresentaram diferentes fatores que influenciam no processo produtivo do leite. Políticas públicas, investimentos na atividade, capacidade de inovação tecnológica, formação profissional e nível de especialização são considerados elementos-chave para a eficiência de propriedades leiteiras. Com maior eficiência, constata-se melhoria da utilização dos recursos, aumento da fronteira de produção e da liquidez financeira.

A obra de Evink e Endres indicou que a eficiência produtiva depende do sistema de produção, do nível de especialização e da inovação tecnológica. A venda da produção foi considerada pelos autores uma vantagem em propriedades com elevados níveis de eficiência. Contudo, mão de obra e o capital investido torna-se um risco à medida que as propriedades crescem.

O artigo de Lien, Kumbhakar e Hardaker definiram importantes aspectos da gestão dos riscos como agentes influenciadores da eficiência de propriedades leiteiras, destacando a percepção dos produtores, suas habilidades gerenciais e a capacidade em tomar decisões. Nesse sentido, propriedades eficientes apresentam aumento da produção, com menores custos, maior estabilidade e maior motivação para o futuro.

A pesquisa de Gebreegziabher e Tadesse apresentou uma série de variáveis responsáveis por aumentar os riscos de propriedades leiteiras. Destacam-se os fatores de produção, tecnológicos, financeiros, institucionais, de mercado e humanos. Eles identificaram também as seguintes estratégias adotadas pelos gestores para lidar com os riscos: controle higiênicos de doenças, diversificação da renda e rede de mercado. A utilização dessas estratégias pode contribuir com a redução das variáveis de risco apresentadas pelos autores.

A eficiência operacional de propriedades leiteiras depende de inúmeros fatores e podem interferir nas perspectivas futuras da atividade. Atrelado a esses fatores, muitos são os riscos que podem comprometer o desempenho operacional de propriedades leiteiras. Entre esses fatores, o conhecimento e formação profissional, a melhor utilização dos recursos, a fronteira da produção e o nível de especialização das propriedades se mostraram importantes instrumentos de eficiência na pecuária leiteira. Contudo, carecem de estudos mais aprofundados que explorem os riscos que possam surgir com a melhoria de tais aspectos em propriedades leiteiras.

Na presente pesquisa, limitou-se a analisar quatro publicações de revistas relevantes em quatro países diferentes e identificar fatores de eficiência e risco que influenciam na pecuária leiteira. Novos estudos, que investiguem empiricamente o modelo proposto (Figura 5) e suas aplicabilidades em diferentes contextos se fazem necessários.

Esta pesquisa se mostrou um instrumento valioso de identificação de quais são os principais elementos de eficiência e riscos explorados pela literatura e quais poderiam contribuir com o avanço do conhecimento científico sobre a relação existente entre a eficiência e o risco em propriedades leiteiras.

Referências

ARTUZO, F. D. et al. Gestão de custos na produção de soja e milho. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 279-294, apr. 2018.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Projeções do Agronegócio Brasil 2014/15 a 2024/25**: projeções de longo prazo. Brasília/DF: [s.n.], 2015.

BRYMAN, A. **Research methods and organization studies**. 1. ed. London/New York: Routledge, v. 10, 2003.

COASE, R. H. The nature of the firm. **Economica**, v. 4, n. 16, p. 386-405, 1937.

DINTERMAN, R.; KATCHOVA, A. L.; HARRIS, J. M. Financial stress and farm bankruptcy in US agriculture. **Agriculture Finance Review**, v. 78, n. 4, p. 441-456, 2018.

DOUPHRATE, D. I. et al. The dairy industry: A brief description of production practices, trends, and farm characteristics around the world. **Journal of Agromedicine**, v. 18, n. 1, p. 187-197, 2013.

ENGLAND, J. R. et al. Trees on farms to support natural capital: an evidence-based review for grazed dairy systems. **Science of The Total Environment**, 2019.

EVINK, T. L.; ENDRES, M. I. Management, animal health, and economic characteristics of large dairy herds in 4 states in the Upper Midwest of the United States. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 11, p. 9466-9475, 2017.

FINGER, R.; DALHAUS, T. A. J.; HIRSCH, S. Determinants of downside risk exposure of dairy farms. **European Review of Agricultural Economics**, v. 45, n. 4, p. 641-674, 2018.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED STATES NATIONS - FAO. Dairy Production and Products: Milk Production. **Food and Agriculture Organization of the United States Nations (FAO)**, 2020. Disponível em: <<http://www.fao.org/dairy-production-products/production/en/>>. Acesso em: 09 abr. 2020.

GEBREEGZIABHER, K.; TADESSE, T. Risk perception and management in smallholder dairy farming in Tigray, Northern Ethiopia. **Journal of Risk Research**, v. 17, n. 3, p. 367-381, 2014.

GIL, A. C. Como classificar pesquisas. In: GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. [S.l.]: [s.n.], v. 4, 2002. p. 44-45.

KIVARIA, F. M.; NOORDHUIZEN, J. P. T. M.; KAPAGA, A. M. Prospects and Constraints of Smallholder Dairy Husbandry in Dar Es Salaam Region, Tanzania. **Outlook on Agriculture**, v. 35, n. 3, p. 209-215, 2006.

LIEN, G.; KUMBHAKAR, S. C.; HARDAKER, J. B. Accounting for risk in productivity analysis: an application to Norwegian dairy farming. **Journal of Productivity Analysis**, v. 47, n. 3, p. 247-257, 2017.

LOPES, M. A. et al. Uso de ferramentas de gestão na atividade leiteira: um estudo de caso no sul de Minas Gerais. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 18, n. 1, p. 26-44, 2016.

OECD. Dairy and dairy products. In: OECD **OECD-FAO Agricultural Outlook 2018-2027**. Paris: [s.n.], 2018.

OGACHI, D. et al. Corporate Bankruptcy Prediction Model, a Special Focus on Listed Companies of Kenya. **Journal of Risk and Financial Management**, v. 13, n. 3, p. 47-60, 2020.

- ÖRS, A.; OğUZ, C. Comparison of economic Analysis of dairy farms supported and non-supported by IPARD program: a case study of Konya Province, Turkey. **Custos e Agronegócio Online**, Fortaleza, v. 15, n. 2, p. 192-2, abr./jun. 2019.
- PEROBELLI, F. S.; ARAÚJO JÚNIOR, I. F. D.; CASTRO, L. S. D. As dimensões espaciais da cadeia produtiva do leite em Minas Gerais. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 297-337, n. 28, 2018. ISSN 1.
- SAUER, J.; LOHMANN, U. L. Investment, technical change and efficiency: empirical evidence from German dairy production. **European REview of Agricultural Economics**, v. 42, n. 1, p. 151-175, 2015.
- SCOPUS. Scopus. **Scopus**, 2020. Disponível em: <<https://www.elsevier.com/pt-br/solutions/scopus>>. Acesso em: 15 jul. 2020.
- SILVA, M. T. D.; SILVA, M. D. D.; CARVALHO, R. D. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein (São Paulo)**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010.
- SPECTOR, N. **manual para a redação de teses, dissertações e projetos de pesquisa**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.
- THORNTON, P. et al. Agriculture in a changing climate: Keeping our cool in the face of the hothouse. **Outlook on Agriculture**, v. 47, p. 283-290, 2018.
- TORRACO, R. J. Writing Integrative Literature Reviews: Using the Past and Present to Explore the Future. **Human Resource Development Review**, v. 15, n. 4, p. 404-428, 2016.
- VILELA, D. et al. **Pecuária de Leite no Brasil: Cenários e avanços tecnológicos**. 1. ed. Brasília/DF: [s.n.], v. 1, 2016.
- WEB OF SCIENCE. Web of Science. **Web of Science**, 2020. Disponível em: <http://apps-webofknowledge.ez26.periodicos.capes.gov.br/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=6Ax7kR5XqaNWsBkLmat&preferencesSaved=>>. Acesso em: 15 jul. 2020.
- WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. The integrative review: updated methodology. **Journal of advanced nursing**, v. 52, n. 5, p. 546-553, 2005.