

ARTIGO

A variação do preço do leite no desempenho econômico de propriedades leiteiras de Minas Gerais

Leandro Carvalho Bassotto¹bassotto.lc@gmail.com |  0000-0002-0508-9177André Luis Ribeiro Lima²andre.lima@ufla.br |  0000-0002-1606-4442Marcos Aurélio Lopes²malopes@ufla.br |  0000-0003-1543-5763Expedito Pereira Lima Netto³expedito.neto@sebraemg.com.br |  0000-0002-9696-1986

RESUMO

A volatilidade do preço do leite está entre os diversos tipos de risco aos quais as propriedades leiteiras estão expostas, pois se destaca pelo impacto significativo no desempenho econômico desses negócios. Objetivou-se investigar como as variações do preço do leite influenciam o desempenho econômico, bem como sugerir dois indicadores para análises dos riscos em propriedades leiteiras. Utilizou-se a Simulação de Monte Carlo para realizar 10.000 simulações de preços possíveis do leite em 485 propriedades leiteiras localizadas no estado de Minas Gerais. As propriedades com os menores custos de produção foram as que apresentaram as maiores tolerâncias às variações do preço do leite. Aquelas que apresentaram maior eficiência econômica e sofreram os menores riscos decorrentes da variação do preço do leite. Os indicadores aqui sugeridos, denominados Preço de Equilíbrio e Índice de Tolerância do Preço Leite (ITPL), permitiram medir a capacidade dessas propriedades em suportar a redução do preço do leite.

PALAVRAS-CHAVE:

Eficiência. Risco. Pecuária leiteira. Preços de mercado. Método Monte Carlo.

¹Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas, Poço de Caldas, MG, Brazil

²Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brazil

³Sebrae Minas, Belo Horizonte, MG, Brazil

Received: 25/12/2022.

Revised: 04/05/2023.

Accepted: 18/10/2023.

DOI: <https://doi.org/10.15728/bbr.2023.1454.pt>



This Article is Distributed Under the Terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

ABSTRACT

Milk price volatility is among the several risk types livestock farms are exposed to, since it stands out for its significant impact on these businesses' economic performance. The aims of the present research are to investigate how product price (milk) variations influence economic performance, as well as suggest an indicator to analyze risks posed to livestock farms in Minas Gerais State, Brazil. The Monte Carlo Simulation was applied to carry out 10.000 simulations of possible milk prices in 485 livestock farms in Minas Gerais State, based on variations observed in this state, from 2015 to 2021. Farms accounting for the lowest production costs were the ones presenting the highest tolerance to milk price variations. Thus, farms showing the best efficiency and profitability suffered with the lowest risks posed by milk price variation. The herein suggest indicators, known as Price Balance and Milk Price Tolerance, allowed measuring these farms' capacity to support milk price reductions.

KEYWORDS:

Efficiency. Risk. Dairy farming. Market prices. Monte Carlo method.

1. INTRODUÇÃO

Minas Gerais se destaca na agropecuária nacional por ser o maior estado produtor de leite do Brasil, contribuindo para a geração e distribuição de riqueza e renda (Bassotto et al., 2022). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a produção de leite no Brasil situa-se em torno de 9,6 bilhões de litros (IBGE, 2023), ou seja, 27,22% da produção nacional. Segundo dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), da Universidade Esalq/USP, os preços do leite no Brasil são fortemente influenciados pelo preço do leite em Minas que, de 2004 a 2023, apresentaram grande variação, cuja média em 2022 foi de R\$2,74/litro, variando de R\$2,18 a R\$3,61 (CEPEA, 2023).

Na pecuária leiteira, vários fatores interferem no desenvolvimento do setor agropecuário, com destaque para o preço do leite, que expõe propriedades leiteiras a riscos advindos do mercado, condições extrínsecas ao controle de tomadores de decisão. Segundo Schulte et al. (2018), a alta volatilidade dos preços do leite impacta em propriedades leiteiras, elevando seus riscos. Risco, por sua vez, é a possibilidade de resultados esperados serem diferentes dos alcançados, ocasionados em ambientes incertos, ou seja, que não se sabe o que esperar (Buainain & Silveira, 2017). Nesse sentido, a variação dos preços do leite, ou volatilidade (Frick & Sauer, 2020) dos preços de comercialização de produtos, advém de incertezas existentes no mercado, dificultando em práticas de gestão e de processos produtivos agrícolas, tais como o caso da pecuária leiteira (Costa et al., 2020).

A variação dos preços do leite pode interferir inclusive no desempenho econômico de propriedades leiteiras, pela redução das receitas com a venda da produção (Lopes et al., 2019; Ferrazza et al., 2020; Bassotto et al., 2022). Mirza et al. (2020) salientam que propriedades que vendem o leite a preços mais baixos sofrem uma deterioração da liquidez financeira. Segundo Frick e Sauer (2020), o efeito disso é a redução do desempenho econômico de propriedades leiteiras. Com isso, são forçadas a buscar financiamentos para honrar suas obrigações financeiras, elevando os riscos da atividade.

Além dos riscos, a eficiência do processo produtivo do leite é outro fator que contribui significativamente para que a atividade se desenvolva. Na literatura pesquisada, encontram-se

estudos apontando que propriedades leiteiras precisam ser eficientes para que otimizem seus resultados econômicos (Evink & Endres, 2017). Contudo, poucos estudos se dedicam à discussão sobre a relação entre eficiência e risco na pecuária leiteira (Gebreegziabher & Tadesse, 2014; Bassotto et al., 2022). Do mesmo modo, existem pesquisas que abordam a questão da volatilidade dos preços do leite em propriedades leiteiras (Mirza et al., 2020; Guo et al., 2020). Porém, não foram encontradas pesquisas na literatura que investiguem como essa volatilidade interfere no desempenho econômico de propriedades leiteiras e como se dá a relação entre eficiência e risco no setor.

Diante disso, a relevância deste estudo se justifica em função de como a volatilidade dos preços do leite pode interferir no desempenho econômico de propriedades leiteiras. Com efeito, tem-se a seguinte questão de pesquisa: como a volatilidade dos preços do leite impacta no desempenho econômico de propriedades leiteiras de Minas Gerais? Esta pesquisa tem por objetivo investigar como a variação dos preços do produto (leite) impacta o desempenho econômico, bem como propor um indicador para analisar o risco de propriedades leiteiras de Minas Gerais.

Optou-se pela técnica Simulação de Monte Carlo por sua importância para estudos estocásticos relacionados à variabilidade dos preços (Nouri & Abbasi, 2017) e, em especial, na pecuária leiteira (Hyde & Engel, 2002). Por meio da análise estocástica com 10.000 iterações em 485 propriedades leiteiras de Minas Gerais, realizadas por meio da técnica Simulação de Monte Carlo, os resultados desta pesquisa sustentam a importância que os preços exercem para propriedades leiteiras, as quais precisam ter maiores eficiências e menores riscos para conseguirem melhores desempenhos econômicos. Os resultados sustentam que o aumento da eficiência operacional em propriedades leiteiras contribui para haver menor dependência dos preços de mercado para a geração de lucro, condição que diminui os riscos da volatilidade do preço do leite no mercado. Adicionalmente, foi proposto o Índice de Tolerância do Preço do Leite (ITPL), o qual indica a produtores o percentual que o preço do leite pode diminuir até que a atividade gere lucro igual a zero. Esse indicador pode ser um instrumento valioso para tomadores de decisão analisarem a vulnerabilidade do negócio do leite, em situações de elevada dependência dos preços de mercado para a geração de lucro.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Apesar de o mercado internacional de leite ser mais competitivo que o interno (e mais limitado), o Brasil ainda não consegue se destacar na exportação de leite, fato que estimula a diminuição da atratividade do negócio no mercado interno e limita o desenvolvimento da cadeia produtiva do leite (Vilela et al., 2016). Como efeito, 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. Essas consequências podem impactar significativamente o negócio do leite, uma vez que os produtores estejam mais expostos às oscilações do mercado (Bassotto et al., 2022).

Os Estados que mais produzem leite tendem a ser aqueles mais expostos às intempéries mercadológicas que restringem a expansão da cadeia produtiva do leite. Minas Gerais, o maior estado produtor de leite do país (Perobelli et al., 2018) é responsável pela produção de, aproximadamente 6,5 bilhões de litros de leite anualmente, ou 25,5% de toda a produção nacional, de aproximadamente 25,5 bilhões de litros (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2020a). Sendo assim, um dos estados mais expostos a essas intempéries, que podem impactar substancialmente no desenvolvimento econômico e social estadual. Ao se considerar a quantidade de propriedades leiteiras, Minas Gerais também é um dos estados mais importantes do país, com

a maior quantidade de unidades produtoras de leite (216.460 propriedades), perfazendo 18,0% do total nacional (1.176.295 propriedades leiteiras) (IBGE, 2017; 2020b). Por isso, estudos acerca de preços do leite são cruciais para o crescimento e desenvolvimento da atividade leiteira em Minas Gerais.

Alves et al. (2014), ao analisarem o preço do leite de 2000 a 2014 em Minas Gerais, constataram que o mercado do leite no referido estado é volátil, com influência do mercado internacional. Costa et al. (2020) corroboram esse entendimento, mas advertem que a maior parte da volatilidade do preço do leite advém do mercado doméstico (do próprio estado). Os autores acrescentam que os efeitos disso para o mercado nacional são grandes, devido ao fato de Minas Gerais ser o principal estado formador do preço do leite pago ao produtor no Brasil, influenciando a precificação do leite nos demais estados e, consequentemente, nos riscos advindos dessa volatilidade nas propriedades leiteiras.

Na definição de Buainain e Silveira (2017), o risco é entendido como a possibilidade de os resultados alcançados serem diferentes do planejado, devido à interferência de fatores não controláveis. Com base nesse conceito, propriedades leiteiras estão expostas às mais variadas formas de risco. Guo et al. (2020) enfatizam que elevados riscos diminuem a estabilidade de processos produtivos e, com isso, expõem organizações a maiores níveis de incerteza. Por isso, é fundamental que se compreenda como os riscos impactam as propriedades leiteiras.

Os riscos também podem advir dos processos de gestão. Tal preocupação é premente, uma vez que Lopes et al. (2016) propuseram a utilização de diferentes ferramentas de gestão como possibilidade de incremento do desenvolvimento gerencial de propriedades leiteiras. Nesse estudo, os autores enfatizam a necessidade de uma gestão eficiente para que a atividade leiteira alcance resultados satisfatórios. Com efeito, a gestão em propriedades leiteiras é considerada uma condição que, se ineficiente, elevará os riscos da atividade, possibilitando, conforme destacam Mirza et al. (2020), comprometer sua liquidez e perspectivas futuras mais promissoras.

Quanto aos riscos operacionais, Gebreegziabher e Tadesse (2014) advertem sobre a grande possibilidade de danos à atividade leiteira devido à escassez de alimentação aos animais, doenças, problemas de (má) qualidade do leite, ineficiência na inseminação artificial e animais pouco especializados na produção de leite. Outro fator apontado pelos autores está atrelado à utilização dos insumos necessários para a produção de leite. Ferrazza et al. (2020) reforçam a importância da utilização dos insumos como alimentação, energia, manutenções, sanidade e inseminação artificial para propriedades leiteiras. A utilização eficiente desses insumos contribui para a maximização da rentabilidade da atividade leiteira (Ferrazza et al., 2020). Por isso, é importante que haja especial atenção para esses insumos, tendo em vista que as ineficiências nas suas utilizações contribuem para elevar os riscos da atividade leiteira. Ogachi et al. (2020) destacam que riscos operacionais interferem na possibilidade de falência de processos produtivos.

Questões relacionadas à comercialização de insumos e da produção são considerados riscos de mercado. A cadeia produtiva do leite é uma estrutura bastante fragilizada e com elevados custos de transação. A esse respeito, Buainain e Silveira (2017) afirmam que a elevada complexidade de propriedades rurais, caso da atividade leiteira, contribui para o aumento dos riscos da cadeia produtiva. Tal condição influencia, inclusive, em vários segmentos da agropecuária nacional, pois a pecuária leiteira está inter-relacionada com vários outros setores econômicos.

No caso do leite, os preços de mercado costumam expor propriedades leiteiras a elevados riscos. Schulte, Musshoff e Meuwissen (2018) destacam que o maior risco para a atividade não está ligado ao valor de mercado do leite em si, mas à variação dos preços, que ocorrem no decorrer do tempo. Os autores acrescentam que isso expõe propriedades leiteiras a elevados riscos de

continuidade. Mirza et al. (2020) enfatizam que a baixa nos preços do leite é um problema sério para a atividade leiteira, em função da instabilidade financeira, elevando os riscos do negócio devido à possibilidade de prejuízo, pela redução das receitas.

Além disso, a redução dos preços do leite interfere na lucratividade. Frick e Sauer (2020) advertem que a volatilidade dos preços do leite compromete a lucratividade e reduz a liquidez de propriedades leiteiras, expondo-as a riscos aumentados. A questão da volatilidade é consenso na literatura, considerada um grande problema para a atividade leiteira (Schulte et al., 2018; Frick & Sauer, 2020).

3. METODOLOGIA

Os dados analisados são oriundos de 485 propriedades leiteiras, localizadas no estado de Minas Gerais e participantes do projeto de assistência técnica e gerencial Educampo, do Sebrae Minas. Utilizou-se a Simulação Monte Carlo (SMC) para gerar valores randômicos com o intuito de identificar quais seriam os limites toleráveis de oscilação nos preços de mercado do leite a ser comercializado a ponto de inviabilizar a produção de leite. Após a formulação do modelo determinístico, Shamblin e Stevens (1979) recomendam que se realizem as seguintes etapas: (i) estabelecer a distribuição de probabilidades que melhor representa os dados; (ii) criar a função de distribuição acumulada (FDA) para cada uma das variáveis a serem analisadas; (iii) estabelecer a quantidade de etiquetas ou intervalos de classe; (iv) gerar valores aleatórios; e (v) realizar a simulação com os dados em estudo.

A primeira etapa realizada foi a construção do modelo determinístico, quando se conhecem as variáveis de entrada (custos) e, partir delas, calcula-se a variável de saída (lucratividade), que permite analisar a variação da lucratividade em relação às oscilações do preço de venda. Em uma planilha eletrônica do *Microsoft Excel*, fez-se a análise dos custos de produção e do desempenho econômico das propriedades analisadas, utilizando a Metodologia dos Custos Operacionais (Matsunaga et al., 1976). Calculou-se o custo operacional total (COT), ou seja, o somatório dos dispêndios, da remuneração da mão de obra familiar e das depreciações (Ferrazza et al., 2020). A diferença entre as receitas totais (venda de leite, animais e subprodutos) e o COT é a margem líquida (Matsunaga et al., 1976), utilizada no cálculo da lucratividade da atividade, conforme recomendam Ferrazza et al. (2020). O Quadro 1 apresenta as equações de cálculos utilizadas no modelo determinístico.

Definiram-se as variáveis envolvidas (de entrada e saída) a partir dos dados a serem analisados (Shamblin & Stevens, 1979). Foram utilizados como única variável de risco (de entrada) os preços do leite para comercialização. Optou-se por trabalhar com apenas uma variável de modo que a estrutura de custos das propriedades analisadas fosse preservada sem quaisquer alterações que, eventualmente, pudessem interferir nos resultados. Além disso, com uma única variável, o desempenho econômico das propriedades oscilaria em função apenas dos preços do leite comercializado.

A segunda etapa, recomendada por Shamblin e Stevens (1979), é a definição da função de distribuição que melhor capturaria as oscilações do preço. Fez-se uma pesquisa na literatura, com o intuito de verificar qual seria a mais apropriada. Com isso, adotaram-se variáveis que analisam comportamentos ligados a inflações e flutuações do mercado. Além do mais, no caso desta pesquisa, é recomendado que se utilize a curva de distribuição uniforme, a qual define que qualquer valor dentro de um determinado intervalo possua a mesma probabilidade de ocorrer (Nouri & Abbasi, 2017).

Quadro 1

Equações utilização para a construção do modelo determinístico

Indicador	Equação	Especificações
Receitas totais (RT; em Reais)	$RT = \sum (LV + BQ + VA + O)$	LV: somatório de todo o leite vendido no ano. BQ: bonificações recebidas por qualidade do leite VA: venda de animais O: outras receitas da atividade. D: Custos com depreciações MOF: Remuneração da mão de obra familiar.
Custo operacional efetivo (COE; Reais)	$COE = \sum \text{Custos desembolsáveis}$	
Custo Operacional Total (COT; em Reais)	$COT = COE + D + MOF$	
Margem líquida (ML; Reas)	$ML = RT - COT$	
Lucratividade (L; em %)	$L = \left(\frac{ML}{RT}\right) \times 100$	

Fonte: Dados da pesquisa.

A próxima etapa foi a definição dos limites inferior e superior da variável de entrada (preço do leite), denominados intervalo de classes, utilizados como referência para a geração dos valores randômicos (Shamblin & Stevens, 1979). Para isso, foi realizada uma pesquisa no Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA)/Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz (Esalq/USP). Essa instituição tem como uma de suas principais atribuições o acompanhamento das variações dos preços do leite comercializado no Brasil (CEPEA, 2023). Foram coletados os valores médios, mínimos e máximos do indicador em Minas Gerais, de janeiro/2015 a julho/2021 (CEPEA, 2023). Definiu-se essa temporalidade considerando-se o mesmo período (três anos) antes e depois do ano de referência dos dados desta pesquisa (2018). Posteriormente, esses valores, juntamente com os demais dados monetários das propriedades, foram atualizados para julho/2021, utilizando-se o indexador Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI) da Fundação Getúlio Vargas (FGV, 2021). Assumiu-se como variação máxima possível o menor e o maior valor da série histórica (2015 a 2021), por conferirem a máxima amplitude dos preços pagos ao produtor no período supracitado.

Definida a variação (%) máxima e mínima do preço do leite, tais valores foram multiplicados pelo preço observado do leite comercializado em cada uma das 485 propriedades analisadas em 2018. Desse modo, assumiu-se que a variação máxima e mínima do preço do leite ocorreu em uma escala variável, conforme cada propriedade analisada.

Na última etapa, para a geração dos valores randômicos (Shamblin & Stevens, 1979), foi utilizado o *Crystal Ball*, *software add in* que funciona por meio de uma planilha eletrônica do *Microsoft Excel*. Utilizou-se intervalo de confiança de 95% e 10.000 iterações (Guo et al., 2021). Shamblin e Stevens (1979) salientam que essa etapa é fundamental e que elevadas quantidades de iterações contribuem com a redução da variância e aumento da confiabilidade da amostra.

Calculou-se o percentual de vezes em que o preço do leite conferiu lucratividade superior a 0% sobre o total de simulações realizadas, indicador denominado probabilidade de lucro. Posteriormente, as propriedades foram agrupadas em quatro *clusters*, segundo a probabilidade de lucro. Os *clusters* foram criados com o intuito de agrupar casos semelhantes para facilitar nas análises estatísticas (Malhotra, 2001) e, consequentemente, ser possível identificar especificidades que possam interferir nas propriedades leiteiras, quanto ao recorte da variabilidade dos preços do leite. Para tanto, foram estratificadas as propriedades que não conseguiram obter lucro em

nenhuma das simulações realizadas, denominadas alto risco. Logo após, utilizou-se o *software* IBM SPSS® que, por meio da análise dos *Clusters* Discriminantes (hierárquica), definiu os demais agrupamentos (alto, baixo e muito baixo). Utilizou-se o método *Ward* com Distância Euclidiana ao Quadrado (Hair Júnior et al., 2005). Posteriormente, realizou-se uma análise descritiva com teste *Tukey* ao nível de significância de 5% ($p < 0,05$) para analisar as diferenças de médias dos quatro *clusters* (Anastasiou & Gaunt, 2020). Nesta pesquisa, foi proposta uma equação para analisar o preço de equilíbrio (preço mínimo para que a lucratividade seja igual a zero) e o percentual da variação do preço do leite que é suportável para propriedades leiteiras, antes que comecem a gerar prejuízo, denominado Índice de Tolerância do Preço do Leite (ITPL). Após a definição do preço de equilíbrio, o ITPL foi definido como forma de mensurar o quanto os preços reais se distanciavam do preço de equilíbrio, ou seja, quanto a redução dos preços de mercado do produto (leite) poderia ser tolerada pelas propriedades, até que começassem a gerar prejuízo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O menor coeficiente de variação do preço médio do leite foi observado em 2015 (3,97%), ano em que o preço do leite foi menos volátil; e o maior, em 2016 (14,31%; Tabela 1). Em 2016, houve a maior oscilação da série histórica (14,31%), com valores superiores e inferiores ao coeficiente de variação médio (8,54%) intercaladamente a cada dois anos. Contudo, tal comportamento não ocorreu nos preços mínimo e máximo, indicando que a oscilação média do preço do leite em Minas Gerais pode apresentar comportamento cíclico.

A variação dos valores mínimos e máximos em relação à média de 2018 foi de -42,93% a 17,38% (Tabela 1), utilizados no intervalo de classes para realizar as simulações da variação dos preços do leite nesta pesquisa. Desse modo, compreende-se que tais valores sejam os do intervalo de classes ou as variações máximas para o preço do leite a ser comercializado em Minas Gerais a partir da série histórica (2015 a 2021).

Tabela 1

Preços do leite pago ao produtor no Estado de Minas Gerais de 2015 a 2021

Ano	Preços de mercado em Minas Gerais (R\$/litro) ¹										
	Médio			Mínimo			Máximo			Variação (%)	
	MA	DP	CV	MA	DP	CV	MA	DP	CV	Mínima	Máxima
2015	1,75	0,07	3,97	1,44	0,06	4,01	1,98	0,05	2,73	-21,65	13,64
2016	2,11	0,30	14,31	1,72	0,25	14,28	2,38	0,33	13,85	-22,67	12,65
2017	1,96	0,16	8,41	1,59	0,17	10,57	2,26	0,18	7,85	-23,53	15,11
2018	2,05	0,25	12,06	1,77	0,27	15,35	2,29	0,23	10,18	-16,14	11,65
2019	2,08	0,11	5,44	1,79	0,10	5,74	2,25	0,13	5,75	-16,03	7,96
2020	2,25	0,25	11,30	2,00	0,25	12,67	2,41	0,25	10,24	-12,91	6,84
2021	2,20	0,09	4,29	1,94	0,10	5,07	2,35	0,09	3,96	-13,08	6,77
Média	2,06	0,18	8,54	1,75	0,17	9,67	2,27	0,18	7,80	-18,00	10,66
Utilizado	2,05	-	-	1,44	-	-	2,41	-	-	-42,93	17,38

Notas: MA: Média anual; DP: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação; Números em negrito foram utilizados para definir os limites inferior e superior (intervalo de classes) para realizar as simulações; 1 Valores disponibilizados pelo CEPEA (2023) e corrigidos para julho/2021 pelo indexador IGP-DI (FGV, 2021).

Fonte: Dados da pesquisa.

As propriedades foram classificadas segundo a probabilidade de lucro em diferentes níveis de risco (NR): muito alto, alto, baixo e muito baixo; compostos por 16,49%, 37,94%, 38,97% e 6,60% das propriedades da amostra, respectivamente. As propriedades com baixo risco foram as que apresentaram maior produção diária de leite (1.969 litros/dia; Tabela 2), cujos valores médios foram 28,78% e 111,72% superior aos das propriedades com nível de risco alto e muito alto, respectivamente.

Tabela 2

Desempenho econômico das propriedades leiteiras.

Item	Nível de risco											
	Muito alto			Alto			Baixo			Muito baixo		
	Média	% ¹	DP	Média	% ¹	DP	Média	% ¹	DP	Média	% ¹	DP
Leite prod. ²	930 ^a	-	753	1.529 ^b	-	1.513	1.969 ^c	-	1.851	1.487 ^{abc}	-	1.263
Leite vend. ²	862 ^a	-	729	1.443 ^b	-	1.455	1.869 ^c	-	1.775	1.404 ^{abc}	-	1.219
Receitas totais ³	1,80 ^a	100,0	0,24	1,90 ^b	100,0	0,22	1,86 ^{ab}	100,0	0,27	2,24 ^c	100,0	0,48
Leite ³	1,45 ^a	81,14	0,19	1,58 ^b	83,56	0,15	1,5 ^a	81,16	0,23	1,50 ^{ab}	69,45	0,26
Bonificações ³	0,17 ^a	9,75	0,13	0,15 ^a	7,93	0,12	0,19 ^{ab}	9,96	0,14	0,25 ^b	11,33	0,16
Animais ³	0,14 ^a	7,38	0,19	0,14 ^a	7,05	0,15	0,15 ^a	7,73	0,16	0,47 ^b	18,13	0,49
Outros ³	0,03 ^a	1,73	0,08	0,03 ^a	1,46	0,09	0,02 ^a	1,15	0,08	0,03 ^a	1,09	0,05
COT ³	2,71 ^a	151,53	0,44	2,16 ^b	114,13	0,25	1,85 ^c	100,76	0,22	1,75 ^{cd}	79,07	0,40
COE ³	2,20 ^a	122,56	0,40	1,77 ^b	93,34	0,29	1,56 ^c	85,16	0,24	1,48 ^{cd}	66,35	0,38
Depreciações ³	0,39 ^a	21,65	0,20	0,28 ^b	14,98	0,14	0,19 ^c	10,48	0,08	0,17 ^{cd}	7,72	0,09
MOF ²	0,12 ^a	7,32	0,14	0,11 ^a	5,81	0,11	0,09 ^a	5,12	0,09	0,11 ^a	5,00	0,08
Margem líquida ³	-0,70 ^a	-39,65	0,38	-0,03 ^b	-1,89	0,14	0,35 ^c	19,35	0,12	0,73 ^d	33,71	0,16
Lucratividade (%)	-35,42 ^a	-	20,06	-1,67 ^b	-	6,55	16,05 ^c	-	5,36	29,66 ^d	-	5,68

Notas: DP: Desvio padrão; ¹Percentual calculado sobre as receitas totais; ²Valores expressos em litros/dia; ³Valores expressos em R\$/litro de leite produzido.

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

A escala de produção possibilita a redução dos custos de produção, aumentando a eficiência de propriedades leiteiras (Ferrazza et al., 2020; Ferrari & Braga, 2021). Além disso, maiores escalas de produção contribuem para que se consigam melhores preços do leite (Evink & Endres, 2017). Nesta pesquisa, não se pode afirmar que o aumento da escala de produção contribuiu com a redução dos riscos do mercado sobre a atividade leiteira quanto à variação dos preços do leite, pois não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as propriedades com NR muito baixo e as demais (Tabela 2).

As receitas totais das propriedades com NR muito baixo (R\$2,24/litro; Tabela 2) foram 24,44%, 17,89% e 20,43% superiores àquelas com NR muito alto, alto e baixo, respectivamente ($p < 0,05$). O aumento das receitas totais parece ter contribuído para a redução dos riscos das oscilações dos preços do leite. Entre seus componentes, a qualidade do leite, composta por bonificações por volume, composição e qualidade do produto, apresentou diferença estatística ($p < 0,05$) com a redução do nível de risco da atividade leiteira. As bonificações por qualidade são fundamentais

para o aumento das receitas de propriedades leiteiras (Ferrazza et al., 2020). As propriedades com NR muito alto, alto, baixo e muito baixo tiveram, em média, um acréscimo de 12,07%, 9,72%, 12,56% e 16,66% sobre o preço do leite recebido, respectivamente. A diferença estatística ($p < 0,05$) identificada nas propriedades com NR baixo, em relação às demais, indica que tenham elevadas remunerações advindas da melhoria da qualidade e composição do leite, estando menos expostas a riscos provenientes da variação dos preços de mercado do leite comercializado.

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) da venda de animais entre as propriedades com NR muito baixo e as demais (Tabela 2); aumento de 166,28% em relação à média dos outros *clusters*. Esse comportamento ajuda a explicar a maior estabilidade dessas propriedades diante das oscilações do preço do leite no mercado, em função de que tiveram, em média, 20,77% das receitas advindas da comercialização de animais. Um estudo realizado por Lopes et al. (2019), cujas propriedades analisadas apresentaram, em média, 26,08% das receitas totais com a venda de animais, indicou que tal comportamento ocorreu em propriedades pouco eficientes e que tinham elevados custos de produção, necessitando vender mais animais para complementar as receitas. Em casos como este, descrito pelos autores, elevadas receitas oriundas da venda de animais podem causar descapitalização no longo prazo, caso a venda de animais seja maior do que o necessário.

Contudo, diferentemente dos resultados de Ferrazza et al. (2020), nesta pesquisa, as propriedades com NR muito baixo apresentaram os menores COT's, em comparação à média dos demais *clusters* (Tabela 2), indicando que possuem elevada eficiência operacional. Desse modo, propriedades tecnicamente eficientes conseguem vender mais animais, mantendo elevadas lucratividades e reduzindo seus riscos provenientes das oscilações dos preços de mercado. Ademais, a venda de animais em propriedades tecnicamente eficientes contribui para que os riscos advindos da oscilação dos preços do leite sejam mitigados.

O custo operacional total (COT) é a soma dos desembolsos com os gastos não desembolsáveis, cujos valores foram menores à medida que se diminuiu o nível de risco dos *clusters* analisados (Tabela 2). As propriedades NR muito baixo tiveram COT de R\$1,75/litro, 35,42%, 18,98% e 6,40% inferior àquelas com NR muito alto, alto e baixo, respectivamente ($p < 0,05$). Este é considerado um indicador de eficiência operacional da atividade, pois atividades com menores COT's apresentam melhores lucratividades (Ferrazza et al., 2020; Ferrari & Braga, 2021). Tal indicador permite inferir que propriedades mais expostas a riscos advindos da oscilação dos preços de mercados são tecnicamente menos eficientes e que apresentam custos operacionais mais elevados. É importante que produtores atentem para a importância de se reduzir os custos de produção visando diminuir os efeitos (negativos) da oscilação dos preços do leite sobre a atividade.

O custo operacional efetivo (COE) é o somatório dos desembolsos da atividade (Ferrazza et al., 2020). Nesta pesquisa, seu valor nas propriedades com NR muito baixo (R\$1,48/litro) foi, em média, 32,73%, 16,38% e 5,13% inferior aos observados naquelas com NR muito alto, alto e baixo, respectivamente. A diferença significativa ($p < 0,05$) entre os *clusters* analisados (Tabela 2) sugere que propriedades com menores COE's estejam menos expostas a riscos advindos da variabilidade dos preços de mercado do leite comercializado. O aumento da eficiência do processo produtivo contribui para a redução dos riscos na atividade leiteira. Evink e Endres (2017) corroboram esse entendimento e acrescentam que é fundamental que produtores se preocupem com isso para que a atividade leiteira se torne menos exposta às variações do ambiente externo (preço do leite, políticas públicas, econômicas, sociais, institucionais, dentre outras).

As depreciações apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre os *clusters* analisados (Tabela 2). As propriedades com NR muito baixo gastaram, em média, R\$0,17/litro com depreciação; com 56,41%, 39,29% e 10,53% menor que aquelas com NR muito alto, alto e

baixo, respectivamente. O aumento do capital investido na atividade leiteira contribuiu para que as propriedades com NR muito alto estivessem mais expostas a riscos advindos da oscilação dos preços do leite comercializado. Isso ocorre devido à elevação do COT que, por sua vez, reduz a lucratividade da atividade leiteira (Ferrazza et al., 2020).

As propriedades com NR alto e muito alto apresentaram margem líquida negativa, cujos valores foram -R\$0,70/litro e -0,03/litro ($p < 0,05$; Tabela 2), indicando que não conseguiram sobrepor todos os custos operacionais da atividade. As propriedades com NR muito alto apresentaram valores piores que aquelas com NR alto. Com os preços do leite observados, ocorridos nessas propriedades, percebe-se o baixo desempenho econômico, pois as receitas geradas nas propriedades não conseguiram superar os custos operacionais para a produção de leite. A margem líquida das propriedades com NR baixo e muito baixo foi maior do que a dos demais *clusters*; 108,57% superior que aquelas do *cluster* baixo.

De forma geral, a lucratividade é a representatividade (%) da margem líquida sobre as receitas totais (Ferrazza et al., 2020), cuja diferença significativa ($p < 0,05$) indica a variação conforme o nível de risco das propriedades analisadas (Tabela 2). O pior resultado ocorreu nas propriedades com NR muito alto, cuja média foi de -35,42%, oscilando de -96,90% a -13,26%. As propriedades NR alto apresentaram lucratividade média de -1,67%, oscilando de -15,92% a 8,72%. Conforme mostra o desvio-padrão (maior que a média), este foi o mais heterogêneo dos quatro *clusters* analisados. Além disso, 51,63% das propriedades do *cluster* com NR alto estão com lucratividade negativa. Esses resultados reforçam o entendimento de que o aumento do risco de propriedades leiteiras, advindo da variação dos preços do leite interfere no desempenho econômico de propriedades leiteiras, ocasionando menos lucratividades. As propriedades com reduzidos riscos advindos da volatilidade do preço do leite foram aquelas que apresentaram maiores lucratividades.

A lucratividade das propriedades com NR baixo foi, em média, 16,05% (Tabela 2). Não houve nenhuma propriedade neste *cluster* que tenha apresentado lucratividade negativa, cujos valores oscilaram de 6,05% a 28,61%. Já o *cluster* com NR muito baixo apresentou lucratividade média de 29,66%, oscilando de 19,69% a 40,27%. Esses resultados evidenciam que o aumento da lucratividade contribuiu para que essas propriedades tivessem seus níveis de risco reduzidos, ocasionados pela variação do preço do leite. Tais resultados corroboram estudos realizados por Schulte, Musshoff e Meuwissen (2018), de que a lucratividade de propriedades leiteiras está (inversamente) relacionada à volatilidade dos preços do leite, ou seja, o aumento de um está relacionado com a redução do outro.

Para minimizar os impactos da variação dos preços de mercado do leite na atividade leiteira, tomadores de decisão devem se preocupar com o aumento da lucratividade, como forma de minimizarem seus efeitos sobre a rentabilidade de propriedades leiteiras. Para isso, práticas como o aumento da eficiência técnica e consequente redução dos custos de produção, aumento da escala de produção e melhoria dos padrões de qualidade e composição do leite podem ser alternativas favoráveis para se aumentar a lucratividade em propriedades leiteiras. Implica dizer que o aumento da eficiência do processo produtivo contribui para que essas propriedades apresentem menos níveis de riscos, frente à volatilidade do preço do leite.

As propriedades com NR muito alto foram as que venderam o leite pelo preço mais baixo (R\$1,82/litro), quando comparadas aos demais *clusters* (Tabela 3). Contudo, isso parece não ter sido a condição determinante para o aumento do risco dessas propriedades, uma vez que elas não conseguiram obter lucro em nenhuma das 10.000 simulações realizadas para cada propriedade. Schulte, Musshoff e Meuwissen (2018) afirmam que isso é um fator de risco com grande potencial para impactar na lucratividade da atividade. Um dos fatores que explicariam o

fato de essas propriedades terem apresentado elevados níveis de risco se deve, entre outros, aos baixos preços recebidos pelo litro de leite vendido.

Conforme demonstrado na análise do desempenho econômico dessas propriedades (Tabela 2), maior risco pode estar atrelado à baixa eficiência do processo produtivo, cujos resultados sugerem ser baixos. Assim, a baixa eficiência do processo produtivo, exemplificada por custos de produção elevados, expôs as propriedades leiteiras analisadas a riscos maiores do que às oscilações do preço de comercialização da produção (Tabela 3). Isso reforça o entendimento de outros autores que advertem para a necessidade de se ter processos produtivos eficientes, visando à redução dos custos de produção (Mareth & Alves, 2020) e a maximização dos recursos produtivos (Evink & Endres, 2017; Aydemir et al., 2020).

Tabela 3

Preços do leite pago ao produtor no estado de Minas Gerais de 2015 a 2021.

Item	Nível de risco							
	Muito alto		Alto		Baixo		Muito baixo	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Preço do litro recebido (R\$/litro)	1,82 ^a	0,21	1,94 ^{bc}	0,16	1,96 ^{bc}	0,17	1,86 ^{ab}	0,24
Menor preço por litro (R\$/litro)	1,04 ^a	0,12	1,10 ^{bc}	0,09	1,12 ^{bc}	0,10	1,06 ^{ab}	0,14
Maior preço por litro (R\$/litro)	2,14 ^a	0,25	2,27 ^{bc}	0,18	2,30 ^{bc}	0,20	2,19 ^{ab}	0,28
Amplitude do preço (R\$/litro)	1,10 ^a	0,13	1,17 ^{bc}	0,09	1,18 ^{bc}	0,10	1,12 ^{ab}	0,14
Preço de equilíbrio (R\$/litro) ¹	-	-	1,97 ^a	0,22	1,58 ^b	0,18	1,14 ^c	0,17
ITPL (%) ²	-	-	-1,85 ^a	7,62	19,18 ^b	6,30	39,10 ^c	3,05
Probabilidade de lucro (%)	0,00 ^a	0,00	25,75 ^{bc}	3,30	60,65 ^c	7,65	93,66 ^d	9,96

Notas: DP: Desvio-padrão; ¹Preço mínimo do leite para que a lucratividade das propriedades fosse zero; ²Índice de Tolerância do Preço do Leite: indica o valor médio de oscilação do preço do leite que as propriedades tolerariam para ter lucratividade igual a zero, cujos valores positivos indicam necessidade de aumento do preço do leite e, negativo, redução.

Fonte: Dados da pesquisa.

Nas propriedades com NR muito alto, a variação do preço do leite não foi o principal fator de risco, tendo em vista que a amplitude de variação dos preços recebidos (R\$1,10/litro) foi a menor entre os quatro *clusters* analisados (Tabela 3). Nesse *cluster*, o principal risco identificado foram os custos operacionais elevados (COE e COT), superiores aos preços do leite. Em propriedades cujos custos de produção forem muito elevados, a eficiência técnica deve ser considerada uma prioridade para a redução dos riscos de propriedades leiteiras, quando comparada à variação do preço do leite. Schulte et al. (2018) acrescentam que o preço do leite comercializado em si, embora interfira no desempenho econômico de propriedades leiteiras, não é o principal fator de risco do mercado sobre o negócio do leite. Para os autores, o principal fator de risco é a alta volatilidade existente no mercado, que faz com que os preços do leite oscilem.

Não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre as propriedades com NR alto e baixo quanto aos valores médio, mínimo, máximo e amplitude da oscilação do preço do leite recebido (Tabela 3). Esses resultados evidenciam que o preço do leite também não foi decisivo para definir o nível de risco das propriedades analisadas. Esses *clusters* (NR alto e baixo) foram os que obtiveram preços médios, mínimos e máximos mais elevados, em comparação aos demais *clusters* analisados. Tal comportamento ocorreu devido aos maiores custos operacionais (COE e COT; Tabela 2), indicativo de menor eficiência operacional do processo produtivo.

A partir das simulações realizadas, é proposto o preço de equilíbrio do leite, definido a partir do menor preço do leite que conferiu lucratividade zero para as propriedades analisadas. Nesta pesquisa, o preço de equilíbrio foi o valor simulado pelo *software* que conferiu margem líquida igual a zero. Contudo, em propriedades leiteiras, o preço de equilíbrio pode ser obtido da seguinte maneira:

$$\text{Preço de equilíbrio do leite} = \frac{(\text{Custos fixos} + \text{custos variáveis} + \text{despesas})}{\text{Produção}} \quad (1)$$

Houve diferença significativa ($p<0,05$) das médias desse indicador nos *clusters* com NR alto, baixo e muito baixo (Tabela 3). As propriedades com NR muito alto não conseguiram obter lucro em nenhuma das simulações realizadas, considerando a variação do preço do leite de 2015 a 2021, motivo pelo qual esse indicador não pôde ser calculado. Nas propriedades com NR alto, o preço de equilíbrio foi o mais elevado entre os *clusters* analisados (R\$1,97/litro), indicando que, para atingir a lucratividade de 0%, seria necessário que o preço do litro de leite aumentasse R\$0,03/litro (Tabela 3). Percebe-se que, nessas propriedades, o aumento do preço do leite é fundamental para que consigam maximizar o lucro das atividades leiteiras. Depreende-se que os riscos da oscilação do preço do leite são altos, expondo essas propriedades a resultados econômicos negativos (prejuízo), caso não ocorra valorização da *commodity* no mercado, elevando os preços pagos aos produtores.

Nas propriedades com NR baixo, o preço de equilíbrio foi menor com valor de R\$1,58/litro (Tabela 3), indicando menor dependência dessas propriedades às oscilações dos preços de mercado do leite para se manterem lucrativas. Contudo, caso os preços do leite apresentem queda significativa, ficando abaixo do preço de equilíbrio, essas propriedades terão prejuízo. O preço de equilíbrio é especialmente importante para que produtores de leite consigam identificar qual é o valor mínimo suportável para sobreviverem na atividade leiteira sem prejuízo. De posse dessa informação, caso tomadores de decisão percebam que os preços do leite estejam muito próximos do preço de equilíbrio, podem antecipadamente adotar estratégias que ajudem a minimizar seus efeitos sobre a atividade. Cita-se, como exemplo, a possibilidade de venda de animais excedentes, aumento da eficiência na utilização de insumos que estejam, eventualmente, sendo superutilizados ou a seleção de animais mais aptos para a produção de leite (melhor produção, sanidade, persistência de lactação, entre outros).

Nas propriedades com NR muito baixo, a variação do preço do leite não conferiu prejuízo, em função de que as propriedades, em todas as simulações, apresentaram lucratividade superior a zero. Nesse *cluster*, o preço de equilíbrio foi o mais próximo do preço mínimo do leite recebido (Tabela 3). Isso indica que, mesmo com a possibilidade de redução dos preços de mercado, essas propriedades estariam protegidas, condição em que os preços do leite exercem efeito pequeno no desempenho econômico das propriedades para que a lucratividade se iguale a zero. Um fator que

explica isso é a maior eficiência dessas propriedades quanto à utilização dos insumos, condição que contribuiu para que os custos de produção reduzissem, conforme apresentado na Tabela 2.

Além do preço de equilíbrio, é sugerido, também, o Índice de Tolerância do Preço do Leite (ITPL), indicador responsável por demonstrar o percentual de redução dos preços recebidos pelo litro de leite que impacta o preço de equilíbrio, calculado da seguinte forma:

$$MPTI = \left[100 - \left(\frac{MBP}{MP} \right) \right] \times 100 \quad (2)$$

Em que:

ITPL: Índice de tolerância preço do leite, em percentual (%);

PEL: Preço de equilíbrio do leite, em R\$/litro; e

PL: Preço do leite (pago ao produtor), em R\$/litro

Se o ITPL for positivo (condição favorável), o preço recebido será superior ao preço de equilíbrio. Nessa situação, quanto mais alto for o índice, menor é o risco da variação dos preços de mercado do leite sobre a propriedade. Quando negativo (condição desfavorável), o ITPL indica que o preço do leite recebido pelo produtor é inferior ao preço de equilíbrio. Nessa situação, existem elevados riscos de prejuízo para a atividade leiteira, atrelados aos preços de mercado do leite, partindo da premissa de que a lucratividade será negativa.

Não foi possível calcular o ITPL das propriedades com NR muito alto, por terem apresentado probabilidade de lucro igual a zero (Tabela 3). Nas propriedades com NR alto, o ITPL foi de -1,85%, indicando que o preço de equilíbrio das propriedades é superior ao preço recebido pelo litro de leite e a lucratividade é negativa. O risco de essas propriedades não obterem lucro com a atividade leiteira é alto, tendo em vista que seria necessária uma elevação, em média, superior a 1,55% dos preços de mercado para que as propriedades se tornem lucrativas. Em casos como este, é necessário que estratégias de redução dos custos sejam tomadas imediatamente para que o risco dessas propriedades seja minimizado, evitando a geração de prejuízo.

O ITPL indicou que as propriedades com NR baixo tolerariam uma redução de até 19,18% nos preços de mercado do leite a fim de o preço de equilíbrio ser atingido (Tabela 3). Percebe-se que esse *cluster* possui uma margem de tolerância maior às variações impostas pelo mercado sobre o leite a ser comercializado. Uma explicação para isso está atrelada à maior eficiência produtiva, visto que propriedades que consigam otimizar seus insumos tendem a maximizar a lucratividade e, consequentemente, estarem menos expostas aos riscos advindos da volatilidade dos preços de mercado.

As propriedades com NR muito baixo foram as que apresentaram maior ITPL entre os quatro *clusters* analisados (Tabela 3). Com isso, seria tolerada uma redução de até 39,10% no preço do litro de leite pago ao produtor até que o preço de equilíbrio seja atingido. O ITPL dessas propriedades é tão elevado que o preço de equilíbrio médio foi 7,55% superior ao menor preço do leite pago aos produtores desse *cluster*, enquanto, naqueles com NR baixo e alto, esse valor foi de 41,07% e 79,09%, respectivamente. Tal resultado reforça o entendimento de que tais propriedades possuem elevada capacidade de sobreviverem às reduções do preço do leite, indicando que os riscos exercidos pelo mercado para essas propriedades é muito pequeno. Embora elas tenham apresentado o melhor ITPL médio, estratégias que contribuam para o aumento da eficiência da atividade leiteira são fundamentais para que o indicador seja ainda maior e, consequentemente, se diminuam os riscos do mercado no negócio do leite.

A probabilidade de lucro das propriedades foi calculada a partir do percentual de simulações do preço do leite as quais fizeram com que a lucratividade fosse maior que zero, cujas médias dos *clusters* apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$; Tabela 3). As propriedades com NR muito alto apresentaram 0% de probabilidade de obterem lucro, independentemente de qual fosse a variação do preço do leite nas simulações. Em situações como essa, é necessário que tomadores de decisão desenvolvam estratégias de curto, médio e longo prazos a fim de haver aumento da eficiência do processo produtivo, pois o maior preço médio de venda do leite dessas propriedades não foi suficiente para gerar lucro.

As propriedades com NR alto apresentaram 25,75% de probabilidade de obterem lucro na atividade leiteira com a variação do preço do leite. Esses resultados sugerem que existem grandes riscos de prejuízo para essas propriedades, caso o preço do leite se mantenha em patamares mais baixos. Para esses produtores, o sucesso da atividade pode estar fortemente atrelado às variações do preço de mercado do leite comercializado. Conforme mostrado na Tabela 3, se mantiverem comportamentos da volatilização do preço do leite no futuro, como foi nos últimos anos (de 2015 a 2021), há maior probabilidade de os preços do leite caírem mais do que subirem em Minas Gerais. Isso aumenta ainda mais o risco dessas propriedades. Ou seja, existe certa dependência do preço de mercado para conseguirem obter lucro com a atividade leiteira.

As propriedades com NR baixo apresentaram probabilidade de 60,65% de obterem lucro com a oscilação do preço de venda (Tabela 3). Isso indica que, nessas propriedades, a eficiência do processo produtivo garante maior reserva financeira, que permite reduzir o preço de equilíbrio e, consequentemente, tolerar preços do leite mais baixos. Tal condição sugere que essas propriedades estão menos expostas aos riscos da atividade leiteira advindos do mercado do leite. Desse modo, é importante que tomadores de decisão pensem em estratégias de gestão e produção que aumentem a eficiência do processo produtivo nos médio e longo prazos, para que esse cenário não se reverta e novos riscos às atividades venham a surgir.

Diferentemente dos demais *clusters*, o NR muito baixo se mostrou o menos impactado pela oscilação do preço do leite. Em 93,66% das simulações realizadas (Tabela 3), essas propriedades obtiveram margem líquida positiva, sugerindo que, dificilmente, o preço do leite interferirá nos seus lucros. Em casos como este, é fundamental que tomadores de decisão se preocupem com estratégias de gestão e produção de longo prazo, com vistas a fortalecer e aumentar o desenvolvimento da atividade leiteira. A implementação de novas tecnologias é um fator relevante para que essas propriedades consigam se fortalecer ainda mais. Evink e Endres (2017) salientam que o desenvolvimento tecnológico é fundamental para o crescimento e melhoria da eficiência de propriedades leiteiras.

A menor incidência dos riscos é analisada por meio da probabilidade de lucro das propriedades, considerando uma lucratividade mínima (Figura 1). As propriedades com NR muito alto não foram consideradas por terem os resultados da série iguais a zero. As propriedades com NR muito baixo foram as mais homogêneas, quando se compara a probabilidade de lucro com a tendência, indicando que essas propriedades possuem maior estabilidade econômica quanto à oscilação da lucratividade em detrimento da variação do preço do leite. Nesse caso, há probabilidade de 55,54% de as propriedades com NR muito baixo obterem lucratividade superior a 20%. A redução da probabilidade de lucro, quando a lucratividade passa de 0% para 20%, foi de 40,59%. Percebe-se a existência de elevados desempenhos econômicos, condição que contribui para a redução dos riscos dessas propriedades.

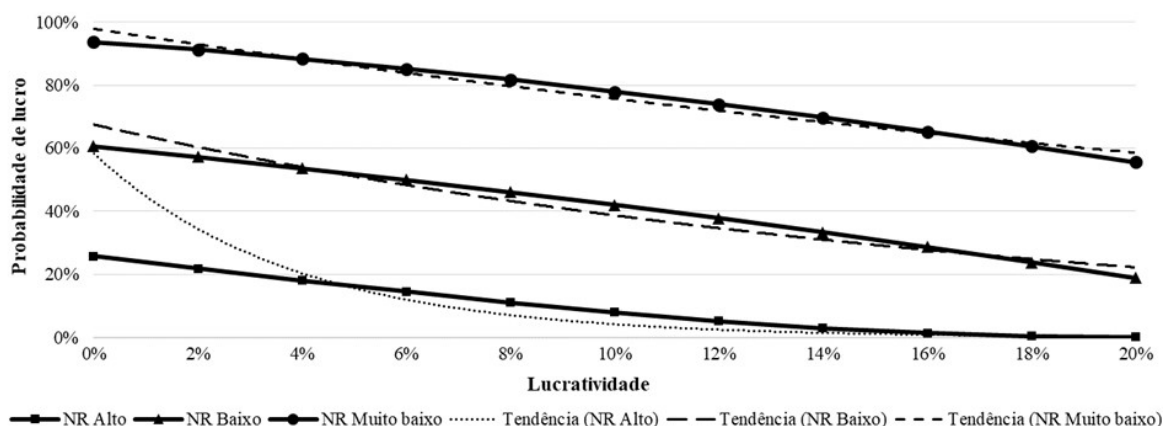


Figura 1. Probabilidade de lucro com diferentes lucratividades das propriedades leiteiras, agrupadas em função do nível de risco (NR)

Fonte: Elaborado pelos autores.

As propriedades com NR baixo tiveram suas probabilidades de lucro reduzidas de 60,65% para 18,89%, quando a lucratividade passou de 0% para 20% (Figura 1). Em relação ao *cluster* com menor risco (NR muito baixo), apresentaram um desempenho 69,62% inferior. A linha de tendência (NR baixo) foi menos uniforme nesse *cluster*, sugerindo maior variabilidade da amostra e, conseqüentemente, maior exposição a riscos.

As propriedades com NR elevado foram as mais heterogêneas dos *clusters* analisados, uma vez que a lucratividade média e a linha de tendência foram as que mais oscilaram (Figura 1). Ademais, passaram de 25,75% para 0,05% com lucratividades de 0% e 20%, respectivamente, cuja redução (99,79%) foi a maior entre os *clusters* analisados. Nesse contexto, percebe-se que o impacto do aumento dos riscos deixou essas propriedades mais expostas a menores probabilidades de lucro em lucratividades maiores.

Identificou-se que 63,92% das propriedades deste estudo apresentaram lucratividade positiva e juntas produziram 19.275.688 litros, ou 71,02% do total produzido, indicando que a maioria delas foi economicamente viável. A produção de leite, se conduzida de forma eficiente, conduz a mais lucros para os proprietários e, conseqüentemente, menos riscos advindos de fatores extrínsecos à atividade.

De forma geral, publicações sugerem que produtores de leite frequentemente experimentam desmotivação em relação à atividade, influenciada, entre outros fatores, por questões financeiras, condição que prejudica a sucessão geracional (Matte et al., 2019), considerado um risco social.

Essas pesquisas evidenciam que produtores desacreditam da atividade leiteira como fonte geradora de renda. Bassotto et al. (2019) enfatizam que é comum encontrar propriedades que não realizam práticas gerenciais básicas, como o registro das informações, indicando falhas de gestão (riscos de negócio). Os resultados desta pesquisa evidenciam que a atividade leiteira possibilita a geração de lucratividade, contribuindo para a redução de outros riscos e incertezas existentes no setor.

Das propriedades analisadas, 83,50% conseguiram obter lucro em pelo menos uma das simulações realizadas. Contudo, a probabilidade de que possam realmente ter resultados positivos é de 47,40% (média das simulações). Tais resultados salientam que a pecuária leiteira de Minas Gerais parece estar muito exposta a riscos de volatilidade dos preços do leite impostos pelo

mercado, dependendo disso para a geração de lucro. Tal condição é preocupante, tendo em vista que isso denota baixa eficiência dos processos produtivos e necessidade de maiores auferimentos de renda às propriedades analisadas.

O preço médio do litro de leite em Minas Gerais foi de R\$1,92/litros ($\pm$ R\$0,19/litro). Caso esse preço reduza para R\$1,73/litro, apenas 216 (44,54%) propriedades obteriam lucro, produzindo 148.759.791 litros de leite (52,56%). Sendo assim, implica dizer que uma redução do preço do leite em Minas Gerais de 10% faria com que 55,46% das propriedades tivessem prejuízo. Esses resultados reforçam o entendimento de vários autores de que a pecuária leiteira em Minas Gerais possui fragilidades operacionais, com pouca capacidade de suporte às oscilações do mercado do leite (Lopes et al., 2019; Ferrazza et al., 2020). É recomendável que empresas compradoras de leite se mobilizem para propor estratégias que contribuam para o aumento da eficiência das propriedades leiteiras. Além disso, políticas públicas que colaborem para o fortalecimento do setor são relevantes para o futuro do negócio do leite em Minas Gerais.

Caso o preço do litro de leite se eleve em 10%, então 366 (75,46%) propriedades obteriam lucro e produziriam 237.280.433 (83,84%) litros de leite. Isso pode ser observado no cotidiano de propriedades leiteiras, uma vez que é comum que empresas compradoras de leite paguem mais pelo litro produzido em propriedades com maiores escalas de produção (Evink & Endres, 2017; Lopes et al., 2019; Bassotto et al., 2021). A valorização do preço do leite, em Minas Gerais, parece ser fundamental para que haja aumento expressivo na quantidade de propriedades com potencial para obterem lucro, reforçando o entendimento de que há vulnerabilidade no setor quanto a volatilidade dos preços do leite. Tal valorização pode ocorrer pela elevação da demanda por lácteos, que eleva os preços do leite e pela melhoria da qualidade, composição e volume do leite produzido nessas propriedades. Do mesmo modo, compete a tomadores de decisão avaliarem e adotarem estratégias que minimizem tais riscos, bem como de órgãos públicos e empresas compradoras do leite em elaborarem planos de fortalecimento da cadeia produtiva do leite em Minas Gerais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esta pesquisa, objetivou-se investigar como a variação dos preços do produto (leite) impacta o desempenho econômico, bem como propor um indicador para analisar o risco de propriedades leiteiras de Minas Gerais, as quais se mostraram muito diferentes quanto aos riscos que a volatilidade dos preços do leite impõe sobre a atividade. As propriedades que conseguiram otimizar os recursos produtivos e, conseqüentemente, reduzir seus custos de produção, foram as que apresentaram menos riscos de prejuízo, evidenciando que a lucratividade pode ser utilizada como indicador de mensuração do nível de risco dessas propriedades. Além disso, a venda de animais em situações em que há eficiência técnica contribuiu para a redução dos riscos advindos da oscilação do preço do leite.

Percebe-se que existem propriedades que necessitam de estratégias de melhorias, tendo em vista que, independentemente do preço do leite, dificilmente conseguirão obter lucro. Observa-se também que outras propriedades parecem estar estabilizadas, sofrendo minimamente os efeitos da volatilização dos preços do leite. Em todos os casos, é evidente que estratégias de fortalecimento da cadeia produtiva do leite sejam necessárias para dar suporte aos produtores e contribuir para o desenvolvimento do setor.

Esta pesquisa se limitou a analisar os efeitos apenas da variação dos preços do leite no desempenho econômico de propriedades leiteiras, sem considerar outros fatores macroambientais que interferem na atividade, tais como o caso da variação dos preços dos insumos. Sugere-se também, como agenda para estudos futuros, novas pesquisas que analisem os riscos da variação dos preços do

leite em propriedades com diferentes níveis de desenvolvimento tecnológico, escala de produção, sistemas de produção e nível de tecnificação, com mão de obra familiar, mista e contratada, entre outros. Tais pesquisas são relevantes para que se compreenda qual o perfil de propriedades que estaria mais vulnerável à volatilidade dos preços do leite.

REFERÊNCIAS

- Alves, F. F., Souza, L. V., & Ervilha, G. T. (2014). Planejamento e previsão do preço do leite em Minas Gerais: Análise empírica com base no modelo X12-ARIMA. *Revista de Economia e Agronegócio*, 12(1), 115–134.
- Anastasiou, A., & Gaunt, R. E. (2020). Multivariate normal approximation of the maximum likelihood estimator via the delta method. *Brazilian Journal of Probability and Statistics*, 34(1), 136–149. <https://doi.org/10.1214/18-BJPS411>
- Aydemir, A., Gözener, B., & Parlakay, O. (2020). Cost analysis and technical efficiency of dairy cattle farms: A case study of Artvin Turkey. *Custos e Agronegócio Online*, 16(1), 461–481. <http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero1v16/OK%2019%20cattle.pdf>
- Bassotto, L. C., Lopes, M. A., Brito, M. J., & Benedicto, G. C. (2022). Eficiência produtiva e riscos para propriedades leiteiras: Uma revisão integrativa. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 60(4), e245277. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.245277>
- Bassotto, L., Lopes, M. A., Almeida, G. A., Jr., & Benedicto, G. (2021). Gestão estratégica de custos de propriedades leiteiras familiares de Minas Gerais. *Custos e @gronegócio on line*, 17(2), 144–169. <http://custoseagronegocioonline.com.br/numero2v17/OK%208%20gestao.pdf>
- Bassotto, L. C., Angelocci, M. A., Naves, L. P., & Putti, F. F. (2019). Relações de comercialização entre compradores e produtores de leite no sul de Minas Gerais. *Interações*, 20(1), 207–220. <https://doi.org/10.20435/inter.v0i0.1671>
- Buainain, A. M., & Silveira, R. L. (2017). *Manual de avaliação de riscos na agropecuária: Um guia metodológico*. ENS-CPES.
- CEPEA – Centro de Pesquisas Econômicas da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ/USP. (2023, March 10). *Leite ao Produtor CEPEA/ESALQ (R\$/litro) - Líquido*. <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/leite.aspx>
- Costa, A. C., Oliveira Neto, O. J., & Figueiredo, R. S. (2020). Mercado internacional e brasileiro de leite: volatilidade e transmissão de leite. *Alcance*, 27(1), 82–98. <https://periodicos.univali.br/index.php/ra/article/view/13785>
- Evink, T. L., & Endres, M. I. (2017). 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*, 100(11), 9466–9475. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12179>
- Ferrari, M. C., & Braga, M. J. (2021). A eficiência técnica dos produtores leiteiros no Uruguai. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 59(2), e221319. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.221319>
- Ferrazza, R. A., Lopes, M. A., Prado, D. G., Lima, R. R., & Bruhn, F. R. (2020). Association between technical and economic performance indexes and dairy farm profitability. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 49, e20180116. <https://doi.org/10.37496/rbz4920180116>
- FGV – Fundação Getúlio Vargas. (2021, July 27). *Correção de Valores*. Calculadora do Cidadão. <https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADA0/publico/corrigirPorIndice.do?method=corrigirPorIndice>

- Frick, F., & Sauer, J. (2020). Technological change in dairy farming with increased price volatility. *Journal of Agricultural Economics*, 72(2), 564–588. <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12417>
- Gebreegziabher, K., & Tadesse, T. (2014). Risk perception and management in smallholder dairy farming in Tigray, Northern Ethiopia. *Journal of Risk Research*, 17(3), 367–381. <https://doi.org/10.1080/13669877.2013.815648>
- Guo, P., Li, H., Zhang, G., & Tian, W. (2021). Contaminated site-induced health risk using Monte Carlo simulation: Evaluation from the brownfield in Beijing, China. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 25166–25178. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-12429-4>
- Guo, X., Egozcue, M., & Wong, W. K. (2020). Production Theory under price uncertainty for firms with disappointment aversion. *International Journal of Production Research*, 59(8), 2392–2405. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1733699>
- Hair, J. F. Jr., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & Black, W. C. (2005). *Análise multivariada de dados* (5th ed.). Bookman.
- Hyde, J., & Engel, P. (2002). Investing in a Robotic Milking System: A Monte Carlo Simulation analysis. *Journal of Dairy Science*, 85(9), 2207–2214. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74300-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74300-2)
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2017, November 20). *Resultados definitivos: Bovinos Brasil*. Censo Agro. https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/pecuaria.html?localidade=0&tema=75655
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2020a, May 25). *MUNIC - Perfil dos Municípios Brasileiros*. IBGE Cidades. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/botucatu/pesquisa/1/21682>
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2020b, March 9). *Pesquisa Trimestral do Leite*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9209-pesquisa-trimestral-do-leite.html?=&t=downloads>
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2023, March 9). *Produção de leite*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/leite/br>
- Lopes, M. A., Moraes, F., Carvalho, F. M., Bruhn, F. R., Lima, A. L., & Reis, E. M. (2019). Effect on workforce diversity on the cost-effectiveness of milk production systems participating in the “full bucket” program. *Semina: Ciências Agrárias*, 40(1), 323–338. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n1p323>
- Lopes, M. A., Reis, E. M., Demeu, F. A., Mesquita, A. A., Rocha, A. G., & Benedicto, G. C. (2016). Uso de ferramentas de gestão na atividade leiteira: um estudo de caso no sul de Minas Gerais. *Revista Científica de Produção Animal*, 18(1), 26–44. <https://doi.org/10.5935/2176-4158/rcpa.v18n1p26-44>
- Malhotra, N. (2001). *Pesquisa de marketing* (3rd ed.). Bookman.
- Mareth, T., & Alves, T. W. (2020). Analysing the determinants of technical efficiency of dairy farms in Brazil. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 68(2), 464–481. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-06-2018-0234>
- Matsunaga, M., Bemelmans, P. F., Toledo, P. E., Dulley, R. D., Okawa, H., & Pedroso, I. A. (1976). Metodologia de custo de produção utilizado pela IEA. *Agricultura em São Paulo*, 23(1), 123–139.
- Matte, A., Spanavello, R. M., Lago, A., & Andreatta, T. (2019). Agricultura Familiar e Pecuária Leiteira: (Des) continuidade na reprodução social e na gestão de negócios. *Revista Brasileira de*

Gestão e Desenvolvimento Regional, 15(1), 19–33. <https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/4317>

- Mirza, N., Reddy, K., Hasnaoui, A., & Yates, P. (2020). A comparative analysis of the Hedging Effectiveness of farmgate milk prices for New Zealand and United States dairy farmers. *Journal of Quantitative Economics*, 18(1), 129–142. <https://doi.org/10.1007/s40953-019-00172-0>
- Nouri, K., & Abbasi, B. (2017). Implementation of the modified Monte Carlo simulation for evaluate the barrier option prices. *Journal of Taibah University for Science*, 11(1), 233–240. <https://doi.org/10.1016/j.jtusci.2015.02.010>
- Ogachi, D., Ndege, R., Gaturu, P., & Zoltan, Z. (2020). Corporate Bankruptcy Prediction Model, a Special Focus on Listed Companies of Kenya. *Journal of Risk and Financial Management*, 13(3), 47–60. <https://doi.org/10.3390/jrfm13030047>
- Perobelli, F. S., Araújo, I. F., Jr., & Castro, L. S. (2018). As dimensões espaciais da cadeia produtiva do leite em Minas Gerais. *Nova Economia*, 28(1), 297–337. <https://doi.org/10.1590/0103-6351/4789>
- Schulte, H. D., Musshoff, O., & Meuwissen, M. P. (2018). Considering milk price volatility for investment decisions on the farm level after European milk quota abolition. *Journal of Dairy Science*, 101(8), 7531–7539. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14305>
- Shamblin, J. E., & Stevens, G. T. (1979). *Pesquisa Operacional*. Atlas.
- Vilela, D., Ferreira, R. P., Fernandes, E. N., & Juntolli, F. V. (2016). *Pecuária de Leite no Brasil: Cenários e avanços tecnológicos*. Embrapa.

CONTRIBUIÇÕES DE AUTORIA

As contribuições dos autores foram: LB: tratamento dos dados, análise dos resultados e redação do artigo; AL: análise dos dados e revisão do artigo; ML: revisão do artigo, com contribuições para com o aprofundamento das discussões realizadas; e EN: tratamento dos dados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de uma bolsa de estudos para que esta pesquisa fosse realizada, e ao Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – Sebrae Minas, pela cessão dos dados para que esta pesquisa pudesse ser realizada, e à Plataforma Educampo Leite.

CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

EDITOR-CHEFE

Talles Vianna Brugni 

EDITOR ASSOCIADO

Bruno Félix 