

ANÁLISE DE EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO LEITEIRA EM PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS DO TRIÂNGULO MINEIRO

Isabela Gomes Franco – belagomfran@hotmail.com
Orientadora: Marli Auxiliadora da Silva – marli.silva@ufu.br

RESUMO

Neste estudo avaliou-se, por meio da Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* (DEA)), a eficiência técnica em 3 (três) pequenas propriedades rurais do município de Gurinhatã, no Triângulo Mineiro, onde a pecuária leiteira gera importante contribuição econômica. Como fontes documentais foram considerados os relatórios gerenciais dos anos de 2014, 2015, 2016 e 2017 de cada propriedade, obtendo-se, desta forma, um total de total de 12 (doze) *Decision Making Units* (DMU's), traduzidas como “Unidades de Tomada de Decisão”. As variáveis definidas para cada DMU foram subdivididas em quatro variáveis de entrada (*inputs*), que correspondem aos gastos com insumos e ativos necessários ao processo produtivo do leite, como: (i) o custo com alimentação (C_Alím); (ii) o custo efetivo total (COE), exclusive o custo com alimentação; (iii) a área usada para a atividade (ha); e (iv) a quantidade de animais em lactação (Vac_Lact); e duas variáveis de saídas (*outputs*), que referem-se à: (i) quantidade de leite produzido (Prod_Leite); e (ii) receita com leite (Rec_Leite), representado pelo valor em reais recebido por essa produção. Com o fim de se eliminar a divergência temporal entre as variáveis financeiras, os valores foram atualizados através do indexador Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC) disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), relativo ao exercício de 2017. Entre as doze DMU's, os resultados apontaram quatro como ineficientes. Em relação aos *outputs* correspondentes às variáveis produção do leite (Prod_Leite) e a receita do leite (Rec_Leite) observou-se potencial de melhoria em todas as DMU's, havendo a necessidade de aumento na situação atual para se atingir a situação ideal. Confirmou-se, ainda, que as variáveis representativas dos *inputs* área de manejo (ha) e vacas em lactação (Vac_Lact), contribuíram para a ineficiência de unidades tomadoras de decisão. O custo com alimentação (C_Alím) e o custo operacional efetivo (COE), também foram variáveis com potencial de melhoria em duas DMU's.

Palavras-chave: Pecuária leiteira. Gerenciamento de produção. Eficiência. DEA. DMU.

1 INTRODUÇÃO

Inserida no setor primário, a produção leiteira é uma atividade do agronegócio que contribui positivamente para os índices econômicos da produção bruta agropecuária brasileira, como evidenciam dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB)¹, que apontam o Brasil como responsável por cerca de 7% da produção mundial de leite, sendo o país o quinto maior produtor mundial (CONAB, 2017). Ainda segundo a CONAB (2017), Minas Gerais é o maior estado produtor, sendo responsável por 27% da produção nacional.

Embora a produção leiteira brasileira represente uma força competitiva do país para o mercado internacional (CONAB, 2017), a Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária (EMBRAPA) ressalta que o leite é um dos produtos que não teve inserção adequada neste mercado, ficando seu potencial limitado ao consumo interno, visto que o crescimento apresentado até o momento ocorreu muito mais na esfera quantitativa do que qualitativa,

¹ Empresa pública federal vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), responsável pela gestão das políticas agrícolas e de abastecimento.

mantendo a necessidade de se pensar estratégias de desenvolvimento para essa cadeia (EMBRAPA, 2017).

Ainda que a produção leiteira ocupe posição de destaque no cenário agropecuário, a maioria das propriedades produtoras não possui um controle de sistemas de custos e gerenciamento efetivo (GOMES, 1999; LOPES *et al.*, 2011). Silva (2013) enfatiza que essa ausência de controle e gerenciamento pode, inclusive, ser mais frequente em pequenas propriedades, visto que os pequenos produtores ou produtores familiares, normalmente, não têm condições financeiras de contratar um profissional especializado para implantar controles, *softwares* ou prestar assessoria ou consultoria com relação aos custos produtivos.

Segundo o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) há uma grande disparidade nos processos produtivos de leite, no que se refere ao tamanho das propriedades, ao tipo de produtor, rebanho e tecnologias de produção adotadas. Se por um lado confirma-se a existência de produtores especializados, com investimentos tecnológicos, com melhor qualidade produtiva e remuneração (SEBRAE, 2013), por outro, estão os produtores de pequeno porte, em sua maioria compondo a denominada agricultura familiar, cuja exploração leiteira dá-se em pequenas áreas, com baixo risco comercial e tecnológico, com emprego de mão-de-obra familiar, representando uma forma de ocupação e renda para a população rural (SEBRAE, 2013). Por isso, Batalha e Souza (2005) destacam a necessidade de elaboração de um sistema de fácil aplicação e manuseio para se calcular o custeio de qualquer produto ou criação explorada na propriedade.

A diversidade entre tamanhos de propriedades e investimentos na produção podem levar a possíveis diferenças, também, quanto ao uso de ferramentas de gestão e controle do processo produtivo. Para Marion e Segatti (2006) há a necessidade de se investigar e analisar as ferramentas gerenciais existentes, detectar em quais aspectos as mesmas são incompatíveis às necessidades do pequeno produtor e propor um novo sistema de gestão de planejamento e custeio adequado à realidade regional. A análise econômica da atividade leiteira é importante, pois com ela, o produtor passa a conhecer e utilizar, com eficiência, os fatores de produção.

Entende-se que o uso das ferramentas gerenciais contábeis e de gestão poderá transformar as propriedades rurais leiteiras em empresas com capacidade para acompanhar a evolução do setor, principalmente no que diz respeito aos objetivos e atribuições da administração financeira, controle de custos, diversificação de culturas e comparação de resultados como exemplifica Borilli *et al.* (2008). Salume, Silva e Christo (2015) complementam que o gerenciamento rural, por meio de suas teorias e ferramentas, visa maior dinamicidade para se obter resultados favoráveis à condução da propriedade rural.

Ademais, decorrente de informações quanto aos resultados obtidos pela atividade, a eficiência técnica, alocativa e econômica das propriedades rurais poderá ser mensurada. Almeida e Silva (2015) explicam, inclusive, que é possível obter resultados de eficiência comparando-se os sistemas de produção com propriedades mais eficientes e com o desempenho da própria fazenda ao longo do tempo, utilizando-se de indicadores, que apontem o quanto é possível se obter de produção a partir de uma certa quantidade de insumos.

A partir do exposto, este estudo busca analisar a problemática relacionada à eficiência de propriedades rurais cuja atividade é a produção leiteira, a fim de responder à seguinte questão de pesquisa: Qual a eficiência obtida na produção leiteira em pequenas propriedades rurais no Pontal do Triângulo Mineiro que implantaram controles gerenciais para monitoramento de custos e produtividade da atividade? Como objetivo busca-se avaliar, por meio da Análise Envoltória de Dados, a eficiência da produção leiteira em pequenas propriedades rurais do município de Gurinhatã-MG, no Pontal do Triângulo Mineiro. Para tanto, serão comparados, a partir das informações documentais e resultados da DEA, a eficiência da atividade leiteira nas pequenas propriedades investigadas, em relação a ela própria e às outras propriedades rurais familiares que adotaram controles similares.

Justifica-se a realização desta pesquisa porque discussões envolvendo a eficiência dos recursos físicos e financeiros investidos em um negócio, bem como a variação da quantidade e receitas financeiras produzidas, são necessárias a quaisquer gestores de custos, para otimização de suas decisões. O estudo também se justifica, porque os resultados, após publicados e socializados por meio das entidades de classe dos produtores rurais e outras similares, poderão ampliar as discussões sobre a importância e necessidade do gerenciamento rural, e da avaliação da eficiência técnica, também em pequenas propriedades leiteiras.

A região do Pontal do Triângulo Mineiro, onde se insere o município de Gurinhatã, possui inúmeras pequenas propriedades rurais familiares que se dedicam à produção leiteira que, assim como as demais propriedades brasileiras similares, necessitam de estudos aplicados à sua realidade. Por isso, discussões a partir dos resultados obtidos nesta pesquisa, devido à técnica utilizada, poderão despertar o pequeno produtor de leite e os gestores que os assistem para escolhas racionais e para a utilização eficiente dos fatores de produção.

Este estudo está organizado em cinco seções, sendo a primeira esta introdução onde apresentou-se a questão de pesquisa, os objetivos e justificativa para sua realização. A segunda seção trata da fundamentação acerca da pecuária leiteira, do conceito de eficiência produtiva/técnica e dos estudos relacionados. Na sequência são descritos os procedimentos metodológicos. A quarta e quinta seção, tratam da análise e discussão dos resultados e considerações finais, respectivamente.

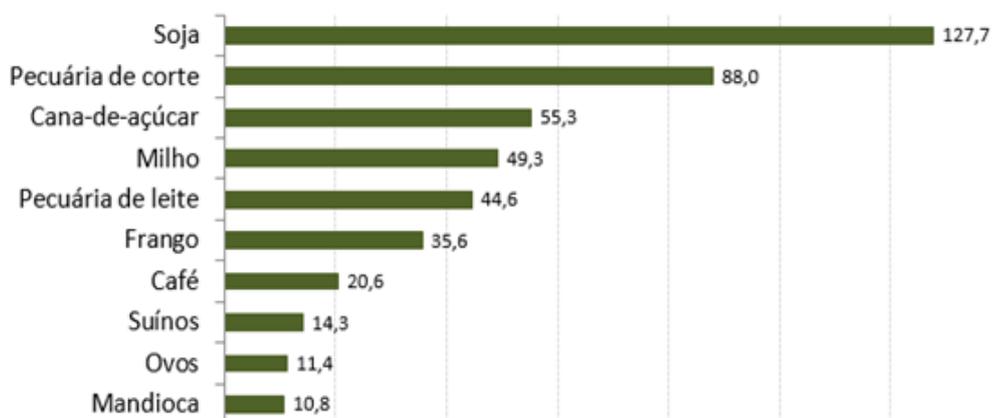
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção contextualiza-se o cenário da produção de leite, o planejamento gerencial e a eficiência produtiva técnica, além dos estudos relacionados.

2.1 O cenário pecuário leiteiro e o planejamento

Para Santos, Marion e Segatti (2009, p. 19), “a pecuária cuida de animais geralmente criados no campo para abate, consumo doméstico, serviços na lavoura, reprodução, leite, para fins industriais e comerciais”. Entre os produtos resultantes da pecuária, o leite está entre os cinco mais importantes da agropecuária brasileira, ficando atrás somente de produtos tradicionais como soja, pecuária de corte, cana-de-açúcar e milho, como visto na Figura 1. Estudos mais recentes, realizados pela Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) apresentaram que a produção de leite, em 2017, foi superior a R\$ 44 bilhões (CNA, 2018).

Figura 1 - Valor bruto da produção agropecuária no Brasil em 2017 (em R\$ bilhões)



Fonte: CNA (2018).

Já em 2002, Nogueira Netto, Martins e Neri, apontavam que a produção leiteira brasileira é resultado da contribuição de grandes e pequenos produtores, sendo relevante a participação de pequenos e médios produtores, visto que conforme destacado pelos autores, aproximadamente 40% das propriedades rurais do Brasil, eram classificadas como pequenas ou médias. Já o último Censo Agropecuário disponível, realizado em 2006, aponta que as propriedades rurais produtoras de leite representam 25% das propriedades rurais brasileiras, perfazendo um total 1,35 milhão de estabelecimentos (IBGE, 2013), sendo que, do ponto de vista social, é uma das principais atividades praticadas por pequenos e médios produtores. Ainda segundo o IBGE (2013), 58% do leite produzido no Brasil tem como procedência as propriedades da agricultura familiar. Cabe ressaltar que um novo Censo foi realizado no ano de 2017, todavia até a apresentação desta pesquisa, os dados ainda não haviam sido disponibilizados pelo IBGE.

De acordo com Zoccal (2017) e o IBGE (2018) a produtividade animal cresce em todos os estados brasileiros, como confirmam dados recentes da produção de leite por regiões e estados brasileiros como visto na Tabela 1. Embora a produção leiteira nos três estados da região Sul, tenha apresentado crescimento expressivo no período de 2006 a 2016, concentrando-se nessa região o maior volume de produção em milhões de litros/ano ao longo das décadas, é Minas Gerais, entre todos os estados da União, que lidera isoladamente a produção brasileira.

Tabela 1– Produção de leite por regiões e estados brasileiros nas décadas de 1996, 2006 e 2016

Regiões / Estados	Produção de leite (milhões de litros)		
	1996	2006	2016
Brasil	18.515	25.398	33.625
Sul	4.242	7.039	12.458
Paraná	1.515	2.704	4.730
Rio Grande do Sul	1.861	2.625	4.614
Santa Catarina	866	1.710	3.114
Sudeste	8.338	9.740	11.546
Minas Gerais	5.601	7.094	8.971
São Paulo	1.985	1.744	1.692
Rio de Janeiro	432	468	512
Espírito Santo	320	434	371
Centro-Oeste	2.810	3.722	3.972
Goiás	1.999	2.614	2.933
Mato Grosso	376	584	663
Mato Grosso do Sul	407	490	346
Distrito Federal	28	34	30
Nordeste	2.355	3.198	3.772
Pernambuco	422	630	839
Bahia	660	906	858
Ceará	391	380	528
Maranhão	139	341	371
Sergipe	135	243	358
Alagoas	223	228	338
Rio Grande do Norte	160	235	228
Paraíba	150	155	178
Piauí	75	80	74
Norte	771	1.699	1.876
Rondônia	317	637	791
Pará	238	691	577
Tocantins	144	217	386
Acre	31	98	57
Amazonas	27	45	46
Roraima	11	6	13

É relevante destacar que a Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais (SEAPA), confirma que em 2016, no estado de Minas Gerais, 70% dos produtores eram considerados de pequeno porte, entre os quais é significativa a presença de agricultores familiares, que têm na atividade agropecuária, sobretudo a pecuária leiteira, o ponto forte da economia de seus municípios (SEAPA, 2018).

Esses pequenos produtores, quando caracterizados como agricultores familiares, representam, de acordo com Silva (2013), unidades de produção com elevado nível de capital de exploração e alto grau de comercialização, já que fica próxima ao módulo regional, além de possuir uma relação social de produção com predominância familiar não remunerada. Como a produção de leite é uma atividade complexa, com diferentes conceitos econômicos, que originam diferentes resultados quanto ao custo da atividade, é fundamental a avaliação permanente de sua viabilidade econômica (MARION; SEGATTI, 2010).

Lopes *et al.* (2004) citam que o controle adequado dos custos da produção leiteira é fundamental para a tomada de decisões. Sobre os dados obtidos da apuração dos custos de produção, Lopes e Carvalho (2000, p. 253-254) apontam diferentes usos:

[...] têm sido utilizados para diferentes finalidades, tais como: estudo da rentabilidade da atividade leiteira; redução dos custos controláveis; planejamento e controle das operações do sistema de produção do leite; identificação e determinação da rentabilidade do produto; identificação do ponto de equilíbrio do sistema de produção de leite; e instrumento de apoio ao produtor no processo de tomada de decisões seguras e corretas.

O interesse pelo cálculo do chamado “custo do leite” é citado por diversos pesquisadores, como por exemplo, Gomes (1999), que desde essa época explicava que as mudanças econômicas requerem do empresário rural maiores cuidados no gerenciamento de sua empresa, destacando o conhecimento dos custos de produção, visto que a estabilidade da economia e a maior concorrência empurram para baixo as margens de lucro. Adicionalmente, Sabbag e Costa (2015) enfatizam que os preços dos produtos agropecuários são formados em um mercado competitivo e, no que se refere aos sistemas de produção e comercialização da pecuária leiteira, a precificação se dá pela oferta de um grande número de produtores (e suas associações) em interação com um mercado comprador representado por pequeno número de indústrias de processamento agroindustrial (laticínios). Por isso, Sabbag e Costa (2015) concluem que a gestão de custos é de grande importância para o agronegócio.

A correta apropriação do custo de produção da atividade leiteira, no entanto, é complexa em razão de algumas características como: a criação simultânea de gado de leite e gado de corte, mão-de-obra familiar e altos investimentos no solo e em equipamentos, ocasionando certa subjetividade durante a apropriação (GOMES, 1999). Lopes *et al.* (2004) elucidam que, através da análise econômica da atividade leiteira o produtor poderá utilizar os fatores de produção, sejam eles: terra, capital e trabalho, de forma a maximizar os lucros e minimizar custos, em busca de uma melhoria na lucratividade das famílias e uma menor probabilidade no abandono da atividade.

A fim de melhorar as informações quanto à adoção de escriturações zootécnicas e econômicas eficazes, Marion e Segatti (2010) propuseram planilhas de controle zootécnico da atividade leiteira, aglutinando diferentes correntes de pensamentos para os conceitos econômicos. Trataram das despesas de custeio, despesas com investimentos, despesa total, receitas, resultados zootécnicos, resultados econômicos (sem remuneração do proprietário), resultados econômicos (com remuneração do proprietário) e inventário. É relevante destacar,

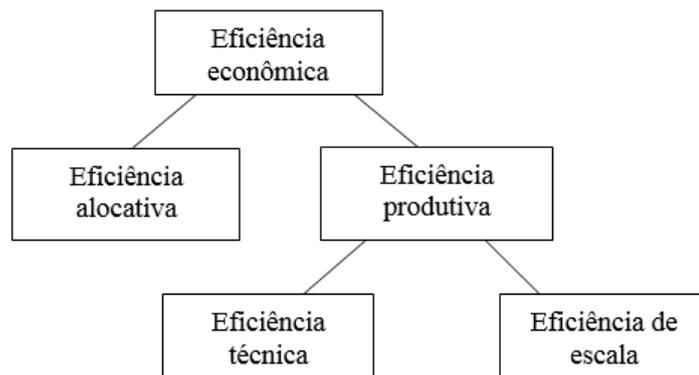
que no âmbito público, uma nova metodologia de assistência técnica para o setor leiteiro, através da publicação do Decreto nº 8.533/2015, que instituiu o Programa Mais Leite Saudável, prevê a utilização de parte dos créditos presumidos do PIS/Cofins para o desenvolvimento de projetos, por laticínio, para assistência técnica e capacitação aos produtores de leite. Esse fomento visa o melhoramento da quantidade e qualidade da produção de leite (MAPA, 2018).

Ações que visam ao controle das informações, capazes de evidenciar as particularidades da pecuária de leite, são imperativas para que o produtor faça escolhas racionais e utilize de forma eficiente os fatores de produção. É nesse sentido que se discute, a seguir, o conceito de eficiência produtiva e técnica e a forma como ela pode ser medida.

2.2 Tipos de Eficiência e a Análise Envoltória de Dados

A eficiência de um sistema pode ser definida como sendo a capacidade desse sistema de utilizar, da melhor maneira possível, os recursos disponíveis e de aproveitar, ao máximo, as condições ambientais para obter o desempenho ótimo em alguma dimensão (MARIANO, 2007). Ainda conforme Mariano (2007) eficiência é um conceito muito amplo que pode ser aplicado a vários tipos de sistemas, sendo o sistema produtivo o de maior relevância. Na Figura 1 observa-se uma hierarquia dos conceitos de eficiência.

Figura 2 – Tipos de Eficiência



Fonte: MARIANO (2007, p. 9).

Para Mariano (2007), a eficiência econômica ocorre quando uma firma consegue, ao mesmo tempo, maximizar seu lucro, minimizar seus custos e maximizar a satisfação dos consumidores. Santos (2017) também aponta que a eficiência econômica ou de custos avalia a produtividade total dos fatores e identifica a habilidade das firmas (ou propriedades) de produzirem o máximo, dado um conjunto de fatores de produção. A eficiência econômica seria, então, “interpretada como a potencial redução nos custos de produção ou o potencial aumento da receita (eficiência de receita) que uma firma poderia aplicar para operar no ponto de eficiência técnica e alocativa” (SANTOS, 2017, p. 80).

Sobre a eficiência alocativa, inserida na eficiência econômica, Azambuja (2002) explica originar-se de diversos fatores, já que é uma tarefa complexa isolar seus componentes, por estar relacionada a: (a) economias de escala, (b) economias de escopo, (c) economias de densidade de tráfego, (d) economias de utilização de estoque de capital, (e) economias de rede e (f) economias de tempo de usuário.

O sistema produtivo produz um conjunto de saídas (*outputs*) a partir de um conjunto de entradas (*inputs*), dando origem ao conceito de eficiência produtiva (MARIANO, 2007), que Pindick e Rubinfeld (2010) entendem referir à alocação ótima de recursos e a ausência de desperdícios. A eficiência produtiva total, portanto, mede a capacidade de Unidades de

Tomada de Decisão ou *Decision Making Units* (DMU), transformar entradas – ou *inputs* - em saídas – ou *outputs* – em proporções adequadas e de maneira produtiva.

Ainda com relação à eficiência produtiva esta se divide em: (a) a Eficiência Técnica que é um índice que representa o quanto da eficiência produtiva de uma empresa pode ser relacionada a fatores técnicos ou de engenharia e; (b) a Eficiência de Escala que é um índice que representa o quanto da eficiência produtiva de uma empresa pode ser relacionada a fatores econômicos ou de escala (MARIANO, 2007). De acordo com Santos (2017, p. 37), eficiência técnica refere-se à capacidade de produzir um determinado nível de produção com uma quantidade mínima de insumos, sob uma determinada tecnologia, onde “não há desperdícios de recursos no processo produtivo, sendo a eficiência técnica a relação da produção observada com uma produção potencial”.

Para que um sistema produtivo alcance a eficiência operacional, o gerenciamento de custos é um instrumento essencial, além de ser base para a tomada de decisões racionais em relação aos fatores de produção (PEREIRA, MOURA, 2013). Nesse sentido, o uso de ferramentas que possibilitem medir e avaliar a eficiência torna-se de grande importância para o gerenciamento de qualquer atividade produtiva, inclusive leiteira. A eficiência técnica, avaliada neste estudo, tem relação com a produtividade de uma estrutura, comparada a outras.

Para a análise de eficiência a Análise Envoltória de Dados, abreviatura do termo em inglês *Data Envelopment Analysis* (DEA), é uma ferramenta não paramétrica que utiliza métodos de programação linear para determinar e comparar a eficiência de unidades produtivas, evidenciando o quanto uma unidade é mais ou menos eficiente que outra. Uma unidade produtiva cuja eficiência relativa está sendo analisada é chamada de *Decision Making Units* (DMU), traduzida como ‘Unidade de Tomada de Decisão’ (FITZSIMMONS; FITZSIMMONS, 2000; MELLO *et al.*, 2005). Macedo (2004) destaca que a DEA permite a comparação de eficiência de várias unidades, através de múltiplas entradas (*inputs*), sendo estas, os recursos e de múltiplas saídas (*outputs*) ou produtos. A resposta mais importante da DEA, ainda de acordo com Macedo (2004), é a caracterização de uma medida de eficiência, que faz com que a decisão fique orientada por um único indicador, construído a partir de várias abordagens de desempenho diferentes.

Segundo Zhu (2000), a DEA - uma ferramenta analítica e quantitativa -, representa uma das mais adequadas ferramentas para avaliar a eficiência quando comparada com ferramentas convencionais, por propiciar resultados mais detalhados do que os obtidos por meio de outras técnicas, e conseqüentemente decisões gerenciais mais precisas. Almeida e Silva (2015) explicam que é possível obter resultados de eficiência comparando-se os sistemas de produção com propriedades mais eficientes e com o desempenho da própria fazenda ao longo do tempo, utilizando-se de indicadores, que apontem o quanto é possível se obter de produção (saídas) a partir de uma certa quantidade de insumos (entradas).

O uso de ferramentas que possibilitem medir e avaliar a eficiência do negócio torna-se de grande importância para o gerenciamento da atividade leiteira, uma vez que o método não paramétrico da DEA desenha uma fronteira que posiciona as DMU's conforme sua eficiência; ou seja, as DMU's com escores de eficiência 100% delimitam aquelas que estejam abaixo ou acima dessa fronteira (SOUZA; BRAGA; FERREIRA, 2011; STEENEVELD *et al.*, 2012; PEREIRA; TAVARES, 2017; SANTOS, 2017; ROCHA, 2017). A simplificação da modelagem da DEA, de acordo com Souza, Braga e Ferreira (2011), é sua principal vantagem, visto que considera vários insumos (*inputs*) e resultados (*outputs*).

O fato de a DEA ser mais adequada para avaliar a eficiência técnica e econômica dos sistemas de produção de leite, é atribuído por Almeida e Silva (2015) e Pereira e Tavares (2017) à abordagem que requer que a amostra seja homogênea e as DMU's sejam comparáveis entre si. Rocha (2017, p. 19) exemplifica essa homogeneidade da amostra como propriedades rurais familiares que pertençam à mesma indústria ou atividade (produção

leiteira) e “tenham os mesmos *inputs* e *outputs* para cada DMU, ou seja, as entradas e saídas para produção de leite são as mesmas para os sistemas de produção, com quantidades e valores específicos a cada sistema.

É relevante destacar a existência de dois modelos clássicos da DEA: o CCR e BCC. Charnes, Cooper e Rhodes, em 1978, desenvolveram o primeiro deles, conhecido pela sigla CCR, iniciais dos nomes dos criadores. O modelo CCR trabalha com o pressuposto de retornos constantes de escala, indicando que as saídas crescem proporcionalmente ao crescimento das entradas. Mello *et al.* (2005) esclarecem que no modelo CCR orientado para *inputs*, atinge-se a eficiência através da redução do uso de recursos, sem que haja alteração no nível das saídas; já no CCR com orientação para *outputs*, a eficiência é determinada pela maximização das saídas, sem que haja alteração no nível dos *inputs*.

Banker, Charnes e Cooper, em 1984, desenvolveram o BCC, incorporando na modelagem o retorno de escala: nela uma DMU só é comparada a outras que operem em escalas semelhantes. “Assim, diferente do modelo CCR que engloba a eficiência técnica e de escala (eficiência total), o BCC isola a influência da escala de produção na eficiência, representando uma medida de eficiência técnica pura” (SANTOS, 2017, p. 43). No modelo BCC, orientado para *inputs* entende-se que a DMU com menor valor de *inputs* será eficiente, enquanto que no modelo BCC com orientação para *outputs* a DMU que tiver menor valor de uma determinada saída, será eficiente (MELLO *et al.*, 2005). A decisão pelo modelo depende do objetivo da análise e o *score* de eficiência pende-se à quantidade e à qualidade das variáveis (*inputs* e *outputs*) a serem consideradas.

De acordo com Rocha (2017) os modelos da DEA conjugam vários indicadores de diferentes medidas no cálculo de eficiência, o que facilita seu uso, pois não há necessidade de converter variáveis para um padrão comum de unidade e, por isso, sua característica mais marcante é ser capaz de modelar a complexa realidade. Dessa forma, não há restrição do uso da DEA para avaliação da eficiência de qualquer tipo de sistema produtivo, como observa Santos (2017). Para este último autor, a única exigência é que as DMU's envolvidas nas comparações envolvam grupos homogêneos, para o qual seja possível identificar as melhores práticas de mercado e os *benchmarks*.

Necessário destacar que a DEA é usada em análises *cross section*, ou seja, múltiplas DMU's em um mesmo período de tempo. Santos (2017) atenta ao fato de que um dos pressupostos relacionados à DEA é que essas DMU's estejam trabalhando em uma mesma tecnologia, sendo que a utilização de períodos muito diferentes pode levar à inferência de que o ambiente tecnológico tenha sofrido mudanças. Todavia, o autor destaca que “a literatura tem desenvolvido formas de estruturar a análise de séries temporais aplicada à DEA, sendo possível, investigar um conjunto de dados em que cada firma em dado período de tempo seja adotada como uma DMU distinta, desde que o conjunto de dados permaneçam homogêneos, sem grande alteração da tecnologia” (SANTOS, 2017, p. 44-45). Nesta pesquisa, a atualização monetária foi aplicada às variáveis financeiras, a fim de manter a homogeneidade dos dados e atender ao pressuposto básico da DEA.

2.4 Estudos relacionados à aplicação da DEA na pecuária leiteira

A DEA, ao longo das décadas, tem sido empregada em vários estudos para a análise de eficiência em relação à atividade leiteira brasileira. Sem a pretensão de nominar e mapear todos os autores e resultados de estudos anteriores, cita-se a pesquisa de Ferreira (2002) que avaliou os sistemas de produção de leite de 105 fazendas produtoras de leite, no estado de Minas Gerais, possuidoras de informações tecnológicas e de produção, assistidas por programas de assistência ou que possuíssem assistência técnica especializada. O modelo foi construído a partir duas matrizes, sendo uma de insumos e unidades de produção e outra de produtos e unidades de produção para cada sistema, sendo usada DEA para constituir a

melhor DMU virtual, de modo a comparar com cada DMU de sua amostra. As propriedades foram classificadas quanto às características genéticas predominantes (holandês, mestiço e zebu) e algumas conclusões obtidas foram: i) A técnica DEA mostrou-se eficiente como ferramenta de apoio para os modelos de fluxo e estoque; ii) os produtores eficientes investiam mais relativamente na alimentação das vacas; iii) a eficiência na aquisição de insumos adequados foi determinante para o alcance da eficiência técnica.

Magalhães e Campos (2006) avaliaram a eficiência dos produtores de leite pelas medidas de eficiência técnica e de escala e calcularam indicadores de desempenho econômico dos produtores de leite do Município de Sobral, no Ceará. Nos procedimentos descritos, os dados primários foram coletados por meio de questionários junto a 40 produtores rurais. Para o cálculo da eficiência, os autores utilizaram as seguintes variáveis: fluxo de serviços de máquinas e equipamentos, incluindo os gastos com reparos e os correspondentes à depreciação anual; fluxo de serviços de benfeitorias, incluindo os gastos com reparos e os correspondentes à depreciação anual; mão-de-obra familiar e contratada envolvida na atividade; ração concentrada, farelos, grãos e suplementos minerais; medicamentos, vacinas, vermífugos, carrapaticidas, mosquicidas; energia elétrica, combustíveis e lubrificantes; valor da produção proveniente da venda de leite e derivados, incluindo autoconsumo; valor da venda de animais e da variação do rebanho. Os produtores foram separados de acordo com o grau de eficiência técnica e, em seguida, comparados por meio de indicadores econômicos, com a finalidade de determinar a magnitude de performance daqueles produtores eficientes e ineficientes. Os resultados apontaram predomínio do grupo de produtores ineficientes (escores de eficiência menor do que 0,9), representando 67,5% da amostra, sendo considerado, pelos autores, muito baixo o número de produtores eficientes (32,5% da amostra). Foi apontado, ainda, que os produtores eficientes apresentaram bons resultados econômicos.

Rodrigues *et al.* (2011) avaliaram a eficiência relativa de 77 (setenta e sete) pequenas propriedades produtoras de leite do Município de Rolim de Moura, em Rondônia, cujos dados da produção de 2008 foram coletados do banco de dados do Centro de Estudos Interdisciplinares em Desenvolvimento Sustentável da Amazônia. Os autores analisaram as seguintes variáveis: produção anual de leite, em litros; área destinada ao gado, medidas em hectares; quantidade total de vacas e o custo operacional efetivo (gastos com mão de obra contratada, concentrados, minerais, manutenção de forragens verdes, silagem, medicamentos, hormônios, reparos de máquinas e benfeitorias, transporte de leite, materiais de ordenha, energia e combustível) e capital investido em benfeitorias. Essas propriedades foram analisadas e classificadas como eficientes ou ineficientes e constatou-se que dos 77 (setenta e sete) produtores, 8 (oito) estão operando com eficiência igual a um, ou seja, só 10,38% dos produtores atingem a máxima eficiência técnica.

Barbieri, Oliveira e Sabbag (2016) analisaram a eficiência da produção leiteira em propriedades de um assentamento rural de Ilha Solteira/SP, por meio da DEA, com o objetivo de identificar as propriedades tecnicamente mais eficientes e propor medidas para melhor uso dos recursos daquelas menos eficientes. Os resultados de escore de eficiência das propriedades apontaram que dos oito produtores analisados, apenas três (37,5%) estavam operando com eficiência igual a um, expressando a máxima eficiência técnica; três produtores (37,5% da amostra) obtiveram *score* acima ou equivalente à média de eficiência de 0,8 e dois produtores (25%) obtiveram eficiência inferior a 0,6. Segundo os autores, o estudo da eficiência do grupo de produtores assentados para o município mostrou que animais submetidos a uma alimentação adequada possuem melhores condições para maior produção de leite estimulada pelo número de ordenhas. Além disso, apontam a necessidade do uso racional dos bens de capital e insumos com um melhor planejamento produtivo, com atenção voltada ao desperdício, explicativo de maior grau de ineficiência nas DMU's analisadas.

Rocha (2017) coletou dados zootécnicos e socioeconômicos de 22 propriedades rurais, todas elas caracterizadas como familiares e produtoras de leite na microrregião de Uberlândia, pelo período de janeiro a dezembro de 2013. Conforme os resultados obtidos, identificou-se que das 22 propriedades pesquisadas, 14 fazendas foram eficientes, sendo que, 50% destas, ofertavam pastagem e concentrado no período das chuvas e, na seca, silagem de milho ou sorgo e suplementação com concentrados. Através da DEA avaliou-se que das 22 propriedades, 50% (11 fazendas) foram ineficientes, sendo: 31,8% do total de fazendas (sete fazendas) ineficientes tanto tecnicamente quanto em escala; 13,6% do total (três fazendas) não tiveram eficiência em escala e 4,6% das fazendas analisadas (uma propriedade) era eficiente em escala, mas ineficiente tecnicamente. Observou-se ainda que todas as unidades de tomadas de decisão (DMU's) eficientes apresentaram receita com leite maior que a soma do custo operacional efetivo (COE) e custos com alimentação.

Como referência para aplicação da DEA em propriedades rurais produtoras de leite, foi utilizado, no presente estudo, o estudo de Rocha (2017) devido às semelhanças com as variáveis utilizadas para mensurar a eficiência produtiva das fazendas.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo descritivo, que teve como objetivo avaliar, por meio da Análise Envoltória de Dados, a eficiência da produção leiteira em pequenas propriedades rurais do município de Gurinhatã-MG, no Pontal do Triângulo Mineiro, possui abordagem quantitativa. A abordagem quantitativa “é bem utilizada no desenvolvimento de investigações descritivas, pois as mesmas procuram descobrir e classificar a relação entre variáveis [...]”. (SILVA, 2006, p. 28), e nesta investigação é justificada pela modelagem de análise envoltória de dados utilizada. Sobre pesquisas descritivas, Gil (2008, p. 42) explica que elas “têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis”, que se refere nesta pesquisa às características específicas de três pequenas propriedades familiares que se dedicam à produção leiteira, no município de Gurinhatã, no Triângulo Mineiro, que participaram de um programa de assistência técnica denominado de Núcleo de Assistência Técnica Autorizada' (NATA)².

Quanto aos procedimentos técnicos é uma pesquisa documental, realizada mediante a consulta a relatórios de gestão, considerados como fontes primárias, visto que ainda não receberam um tratamento analítico, como Gil (2008) explica ser uma característica de dados primários. Os dados de custos, receitas e produtividade utilizados, restritos aos exercícios de 2014 a 2017, foram registrados em planilhas no formato Excel®, pela supervisora técnica que acompanhou os pecuaristas quando da participação no programa NATA e, mesmo após o encerramento do citado programa. Tais dados referem-se ao total anual dos custos de produção, das receitas, do preço médio, das margens bruta e líquida, resultado, lucratividade e rentabilidade, bem como a produtividade por animal em lactação e o ponto de equilíbrio da atividade de produção de leite de cada propriedade estudada, entre outras informações.

O processo de amostragem é não probabilístico, resultando em uma amostra por acessibilidade, levando-se em consideração os seguintes critérios: disponibilidade e qualidade de dados zootécnicos; consentimento e concordância dos pecuaristas e veterinária na cessão dos relatórios de gestão; facilidade de acesso por parte da pesquisadora às fontes de evidências (LOPES *et al.*, 2015). Ao final, a amostra foi composta por três pequenas

² A escolha dessas pequenas propriedades é justificada pela implantação e/ou manutenção por estas, no período de 2014 a 2017, de controle gerencial de custos, produtividade e receitas da atividade leiteira, incentivadas em um primeiro momento pela DPA Nestlé, receptora da produção de leite, que subsidiou o programa intitulado de 'Núcleo de Assistência Técnica Autorizada' (NATA), iniciado em 2005, mediante o custeio de profissional (veterinária), na função de supervisora técnica, para acompanhamento e gerenciamento do programa. Após o cancelamento do subsídio pela DPA Nestlé, os pequenos produtores rurais mantiveram o contrato com a profissional e optaram pela manutenção também dos controles gerenciais implantados.

propriedades rurais localizadas no município de Gurinhatã-MG, que mantiveram controles gerenciais ativos no período de 2014 a 2017. Importante destacar que nesse período de análise, o programa NATA já fora encerrado, sendo que os pecuaristas decidiram manter a alimentação dos controles gerenciais implantados. Cada exercício social com informações completas das propriedades rurais, representadas por uma sigla, foi considerada uma DMU como visto no Quadro 1, totalizando 12 (doze) DMU's. Para cada propriedade rural atribuiu-se um código formado pelas iniciais de seus respectivos nomes: FP, significa Fazenda Primavera, por exemplo.

Quadro 1 - Detalhamento das DMU's objeto da pesquisa

Propriedade	Unidade produtiva (DMU's)	Ano
FP	FP1	2014
FP	FP2	2015
FP	FP3	2016
FP	FP4	2017
FBF	FBF5	2014
FBF	FBF6	2015
FBF	FBF7	2016
FBF	FBF8	2017
FCD	FCD9	2014
FCD	FCD10	2015
FCD	FCD11	2016
FCD	FCD12	2017

Fonte: Elaboração própria.

A quantidade de DMU's atende aos pressupostos de homogeneidade citados por Rocha (2017), pois as atividades são similares, as propriedades se dedicam à produção leiteira, produzem produtos comparáveis e o conjunto de entradas e saídas tem as mesmas características. Ainda com relação ao formato do modelo, Santos (2017), também explica que é possível identificar simultaneamente a propriedade e a produção mais eficiente. Para atender ao pressuposto de que a DEA seja usada para trabalhar com análise *cross section*, ou seja, múltiplas DMU's em um mesmo período de tempo (SANTOS, 2017), a fim de estruturar as séries temporais, de 2014 a 2017, fez-se a atualização monetária das variáveis financeiras, usando-se o Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC), a fim de manter a homogeneidade, e assim investigar um conjunto de dados em que cada sistema produtivo em dado período de tempo (exercício social) foi adotado como uma DMU distinta.

Para comparar a eficiência da atividade leiteira nas pequenas propriedades investigadas utilizou-se o modelo BCC orientado para *inputs*, por meio do *software Frontier Analyst Application*. A decisão de usar esse modelo deve-se ao fato de que será mais eficiente aquela propriedade que maximizar a produção e receitas com menores custos.

Para a modelagem DEA foram escolhidas seis variáveis, classificando-se quatro como *inputs* e duas como *outputs*. As quatro variáveis de *inputs* referem-se aos gastos, insumos e ativos necessários ao processo produtivo do leite, como: (i) o custo com alimentação; (ii) o custo efetivo total, exclusive o custo com alimentação; (iii) a área usada para a atividade (ha); e (iv) a quantidade de animais em lactação. As duas variáveis de *outputs* referem-se à: (i) quantidade de leite produzido (produção da propriedade); e (ii) receita com leite (montante recebido por essa produção). No Quadro 2 estão relacionadas as variáveis que compõem o modelo DEA desta pesquisa, conforme classificação e definição, bem como os rótulos atribuídos a cada variável e que serão usados quando da discussão de resultados.

Quadro 2 – Classificação das variáveis de *inputs* e *outputs*

Variáveis	Unidade	Classificação	Definição
Área (ha)	ha	<i>Input</i>	Quantidade total, em hectares, da área destinada à atividade leiteira.
Quantidade de animais (Vac_Lact)	Unid.	<i>Input</i>	Quantidade total, em unidades, das vacas em lactação no ano.
Custo com alimentação (C_Alím)*	R\$	<i>Input</i>	Valor total anual, em reais, dos custos com alimentação.
Custo Operacional Efetivo (COE) (COE – C_Alím)	R\$	<i>Input</i>	Valor total anual, em reais, dos custos operacionais efetivos menos o valor dos custos com alimentação.
Quantidade de leite produzida (Prod Leite)	L	<i>Output</i>	Quantidade total anual, em litros, de toda a produção de leite.
Receita com leite (Rec_Leite)	R\$	<i>Output</i>	Valor total anual, em reais, da receita obtida pela venda do leite.

Fonte: Adaptado de Rocha (2017).

* Custo com alimentação corresponde ao custo com concentrado e custo com volumoso.

As variáveis foram igualmente usadas por Rocha (2017), cuja justificativa é adequada ao presente estudo: o custo com alimentação é um dos custos produtivos com maior valor financeiro, como verificado quando da organização das variáveis nas planilhas em Excel®. Com relação às receitas de venda de animais e receita de subprodutos, estas não foram consideradas, “pois a ideia é o sistema produtivo ser eficiente apenas com a produção de leite e ser capaz de cobrir seus custos de produção; assim, as receitas com vendas de animais e subprodutos seriam para investimentos na propriedade, na melhoria do processo e, sobretudo, para proporcionar qualidade de vida ao produtor” (ROCHA, 2017, p. 24-25). Destaca-se que todas as variáveis obedecem ao pressuposto de homogeneidade em que entradas similares estão disponíveis para todas as unidades produtivas no período de 2014 a 2017. No Quadro 3 expõem-se as variáveis e os valores de *inputs* e *outputs* retiradas dos relatórios gerenciais, usados como fontes documentais.

Quadro 3 – Valores das DMU's com base nos relatórios gerenciais

DMU's	<i>Inputs</i>			<i>Outputs</i>		
	ha	Vac Lact	C Alím	COE	Prod Leite	Rec Leite
FP1	107,4	96	346.493,00	263.565,82	624.443	717.485,01
FP2	107,4	91	357.883,62	300.304,67	577.612	628.357,20
FP3	112,57	92	431.362,70	322.864,44	547.901	798.833,35
FP4	138,4	86	407.713,69	369.183,06	596.467	854.687,86
FBF1	5,14	12	37.137,78	21.952,76	85.301	87.689,43
FBF2	5,14	11	35.961,64	19.424,21	74.144	74.744,74
FBF3	5,14	20	94.767,72	26.807,95	101.784	148.258,41
FBF4	5,14	23	100.661,45	33.500,63	124.358	185.421,01
FCD1	45	49	54.041,00	57.981,09	138.172	151.672,39
FCD2	45	55	117.124,76	86.367,41	229.369	265.852,85
FCD3	47	51	187.333,68	108.121,30	214.830	312.352,52
FCD4	57	50	206.015,49	105.996,41	220.214	316.131,08

Fonte: Elaboração própria a partir dos relatórios de gestão.

Conforme já destacado por Rocha (2017) e Santos (2017), as variáveis obedecem ao pressuposto de homogeneidade. Portanto, foram realizadas as correções monetárias das variáveis financeiras, a fim de atualizá-las à data correspondente a 31/12/2017, através do indexador INPC-IBGE, de modo a eliminar as divergências temporais na análise. No Quadro 4 são reapresentadas as variáveis financeiras, mensuradas em reais (R\$), correspondentes ao custo com alimentação (C_Alím), custo efetivo total (COE), exclusive o custo com alimentação, e receita com leite (Rec_Leite), permanecendo inalteradas as demais variáveis.

Cabe ressaltar que as DMU's FP4, FBF4, FCD4 não tiveram atualização nas variáveis financeiras pois seus relatórios gerenciais já correspondem ao exercício findo em 2017.

Quadro 4 – Valores das variáveis financeiras corrigidas através do INPC-IBGE

DMU's	DMU's Período de atualização	C_Alim		COE		Rec_Leite	
		C_Alim (relatórios)	Atualização INPC- IBGE	COE (relatórios)	Atualização INPC- IBGE	Rec_Leite (relatórios)	Atualização INPC- IBGE
FP1	2014 a 2017	346.493,00	419.392,70	263.565,82	319.018,22	717.485,01	868.438,83
FP2	2015 a 2017	357.883,62	389.283,56	300.304,67	326.652,76	628.357,20	683.487,92
FP3	2016 a 2017	431.362,70	440.241,79	322.864,44	329.510,22	798.833,35	815.276,39
FP4	atual	407.713,69	407.713,69	369.183,06	369.183,06	854.687,86	854.687,76
FBF1	2014 a 2017	37.137,78	44.951,31	21.952,76	26.571,47	87.689,43	95.383,11
FBF2	2015 a 2017	35.961,64	39.116,84	19.424,21	21.128,45	74.744,74	81.302,69
FBF3	2016 a 2017	94.767,72	96.718,40	26.807,95	27.359,76	148.258,41	151.310,13
FBF4	atual	100.661,45	100.661,45	33.500,63	33.500,63	185.421,01	185.421,01
FCD1	2014 a 2017	54.041,00	65.410,85	57.981,09	70.179,91	151.672,39	183.583,20
FCD2	2015 a 2017	117.124,76	127.401,04	86.367,41	93.945,10	265.852,85	289.178,21
FCD3	2016 a 2017	187.333,68	191.189,72	108.121,30	128.121,30	312.352,52	318.781,93
FCD4	atual	206.015,49	206.015,49	105.996,41	105.996,41	316.131,08	316.131,08

Fonte: Elaboração própria.

Na sequência, o Quadro 5 representa os valores utilizados na modelagem DEA com as devidas atualizações.

Quadro 5 – Valores das DMU's usadas na modelagem DEA

DMU's	Inputs			Outputs		
	ha	Vac Lact	C Alim	COE	Prod Leite	Rec Leite
FP1	107,4	96	419.392,70	319.018,22	624.443	868.438,83
FP2	107,4	91	389.283,56	326.652,76	577.612	683.487,92
FP3	112,57	92	440.241,79	329.510,22	547.901	815.276,39
FP4	138,4	86	407.713,69	369.183,06	596.467	854.687,76
FBF1	5,14	12	44.951,31	26.571,47	85.301	95.383,11
FBF2	5,14	11	39.116,84	21.128,45	74.144	81.302,69
FBF3	5,14	20	96.718,40	27.359,76	101.784	151.310,13
FBF4	5,14	23	100.661,45	33.500,63	124.358	185.421,01
FCD1	45	49	65.410,85	70.179,91	138.172	183.583,20
FCD2	45	55	127.401,04	93.945,10	229.369	289.178,21
FCD3	47	51	191.189,72	128.121,30	214.830	318.781,93
FCD4	57	50	206.015,49	105.996,41	220.214	316.131,08

Fonte: Elaboração própria com base nos relatórios de gestão e nas atualizações do INPC-IBGE.

Conforme já mencionado, para o cálculo das medidas de eficiência optou-se por empregar o modelo BCC, com orientação para *inputs*, por entender que o pecuarista possui maior controle sobre os fatores de produção 'porteira para dentro' podendo minimizar o uso de recursos e diminuir custos, visto que a ineficiência está mais correlacionada, como explica Rocha (2017), com a utilização de insumos. Neste trabalho, a eficiência é entendida como a razão entre o realizado e o máximo potencial que poderia ser alcançado se os recursos disponíveis fossem utilizados sem desperdícios.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para a interpretação dos resultados, cabe ressaltar que as discussões buscam avaliar a eficiência técnica da produção leiteira nas três pequenas propriedades rurais analisadas. A eficiência técnica entre as propriedades foi comparada para descrever as DMU's mais eficientes em cada propriedade, bem como entre elas. É relevante destacar que cada DMU se refere a um exercício social (2014, 2015, 2016 e 2017).

Após rodar a DEA os relatórios gerados pelo *software Frontier Analyst* apresentam as comparações entre as DMU's apontando seu percentual de eficiência, bem como os volumes atuais e os valores alvo de *inputs* e *outputs* e o potencial de melhoria, quando a DMU não é eficiente. Entende-se que há eficiência em uma DMU quando a relação entre o valor atual e o valor alvo de cada variável que a compõe é igual a 1 ou 100%, ou seja, os *inputs* foram usados em sua combinação ótima. Na Tabela 2 observa-se a eficiência técnica de cada DMU.

Tabela 2 – Resultado da eficiência técnica para o modelo BCC com orientação *inputs*

DMU'S	INPUTS				OUTPUTS		Eficiência Técnica
	ha	Vac Lact	C Alim	COE	Prod Leite	Rec Leite	%
FP1	107,4	96	419.392,70	319.018,22	624.443	868.438,83	100,00%
FP2	107,4	91	389.283,56	326.652,76	577.612	683.487,92	99,09%
FP3	112,57	92	440.241,79	329.510,22	547.901	815.276,39	95,90%
FP4	138,4	86	407.713,69	369.183,06	596.467	854.687,76	100,00%
FBF1	5,14	12	44.951,31	26.571,47	85.301	95.383,11	100,00%
FBF2	5,14	11	39.116,84	21.128,45	74.144	81.302,69	100,00%
FBF3	5,14	20	96.718,40	27.359,76	101.784	151.310,13	100,00%
FBF4	5,14	23	100.661,45	33.500,63	124.358	185.421,01	100,00%
FCD1	45	49	65.410,85	70.179,91	138.172	183.583,20	100,00%
FCD2	45	55	127.401,04	93.945,10	229.369	289.178,21	100,00%
FCD3	47	51	191.189,72	128.121,30	214.830	318.781,93	80,79%
FCD4	57	50	206.015,49	105.996,41	220.214	316.131,08	88,10%

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota-se, ao observar a Tabela 2, que oito DMU's se encontram na fronteira da eficiência (100%), sendo que a propriedade FBF é a única que em todos os exercícios (2014, 2015, 2016 e 2017) maximizou sua produtividade e receitas com o uso ótimo dos insumos produtivos. Para as DMU's FP2, FP3, FCD3 e FCD4, todas elas ineficientes, as informações geradas pela DEA orientam quanto ao que pode ser feito para alcançar a eficiência, ou seja, apresentam o valor atual de cada *input* e *output* e os percentuais que devem ser diminuídos ou aumentados para atingir o alvo proposto. Na Tabela 3 são apresentadas as variações necessárias para cada DMU ineficiente inverter sua situação e, ainda, quais DMU's podem ser referências para esse processo de melhoria.

Tabela 3 – DMU's ineficientes, situação atual e ideal e % de variação conforme modelo DEA - BCC com orientação a *inputs*

DMU's	Variáveis	Situação atual	Situação ideal	Potencial de melhoria (Δ) - %	Benchmarks
FP2	COE (R\$)	326.652,76	295.715,61	-9,47%	FBF1
	C_Alím (R\$)	389.283,56	389.283,56	0,00%	FCD2
	Vac_Lact (cab)	91	91	0,00%	FP1
	Área (ha)	107,4	100,42	-6,50%	
	Prod_Leite (L)	577.612,00	582.905,41	0,92%	
	Rec_Leite (R\$)	683.487,92	807.964,65	18,21%	
FP3	COE (R\$)	329.510,22	324.742,96	-1,45%	FBF4
	C_Alím (R\$)	440.241,79	409.583,46	-6,96%	FP1
	Vac_Lact (cab)	92	92	0,00%	FP4
	Área (ha)	112,57	112,57	0,00%	
	Prod_Leite (L)	547.901,00	606.742,16	10,74%	
	Rec_Leite (R\$)	815.276,39	850.117,45	4,27%	
FCD4	COE (R\$)	105.996,41	105.996,41	0,00%	FBF4
	C_Alím (R\$)	206.015,49	181.590,51	-11,86%	FP1
	Vac_Lact (cab)	50	41,54	-16,93%	
	Área (ha)	57	31,10	-45,43%	
	Prod_Leite (L)	220.214,00	251.334,60	14,13%	
	Rec_Leite (R\$)	316.131,08	358.846,09	13,51%	

	COE (R\$)	128.121,30	128.121,30	0,00%	FBF1
	C_Alím (R\$)	191.189,72	191.189,72	0,00%	FBF4
FCD3	Vac_Lact (cab)	51	51,00	0,00%	FCD2
	Área (ha)	47	44,24	-5,86%	FP1
	Prod_Leite (L)	214.830,00	287.670,39	33,91%	
	Rec_Leite (R\$)	318.781,93	394.582,03	23,78%	

Fonte: Dados da pesquisa.

Na Tabela 3, as DMU's foram apresentadas em ordem decrescente de ineficiência: FP2 (99,09%), FP3 (95,90%), FCD4 (88,10%) e FCD3 (80,79%), onde nota-se que o insumo C_Alím, que se refere ao custo de alimentação, está mal aplicado nas unidades de tomada de decisão FP3 e FCD4. Com relação ao custo operacional efetivo (COE) da atividade, para as DMU's FP2 e FP3, esse deveria ser reduzido para atingir sua utilização ótima. Na DMU FCD4, há um potencial de melhoria tanto para as vacas em lactação (Vac_Lact) quanto para a área de manejo (ha). Igualmente as DMU's FCD3 e FP2, também apresentam potencial de melhoria para a área de manejo (ha).

Para atingir 100,0% de eficiência técnica, os resultados da DEA apontam que a DMU FP2 precisaria reduzir seu custo operacional efetivo (COE) em 9,47%. Além dessa redução, os resultados apontam a necessidade de maximização na produção (Prod_Leite) de 0,92% e na receita do leite (Rec_Leite) de 18,21% para atingir a eficiência de 100,0%. Para alcançar a eficiência, o pecuarista poderia se espelhar nas DMU's com índice de eficiência 100,0% dentro de seu grupo: a FBF1, FCD2 e FP1.

A DMU FP3, para atingir 100,0% de eficiência precisaria reduzir seu custo operacional efetivo (COE) em 1,45%; o custo com alimentação (C_Alím) deveria ser reduzido em 6,96%. Com relação aos outputs, a produção de leite (Prod_Leite), deveria aumentar em 10,74% e a receita do leite (Rec_Leite) em 4,27%. Para a formação do valor alvo, as DMU's *benchmarks* foram a FBF4, FP1 e FP4.

Em relação à DMU FCD4, para que esta atingisse 100,0% de eficiência precisaria reduzir o custo com alimentação (C_Alím) em 11,86%; a quantidade de vacas em lactação (Vac_Lact) em 16,93%, e a área de manejo (ha) em 45,43%. Com relação à produção de leite (Prod_Leite), deveria aumentar em 14,13% e a receita do leite (Rec_Leite) em 13,51%. Os *benchmarks* para a formação do valor alvo, foram as DMU's FBF4 e FP1.

Quanto à DMU FCD3, esta precisaria reduzir o *input* relacionado à área de manejo (ha) em 5,86%. Quanto aos outputs, a produção (Prod_Leite) e receita do leite (Rec_Leite), deveriam ser aumentadas, respectivamente, em 33,91% e 23,78%. As DMUs que contribuíram à formação dos valores de *benchmark* foram as DMUs FBF1, FBF4, FCD2 e FP1.

Os resultados apresentados são indicativos de que o pecuarista pode tomar decisões futuras a partir de suas análises. Com relação às variáveis apontadas que deveriam ser minimizadas ou maximizadas para atingir a eficiência (100,0%), deve-se considerar informações de mercado. Todavia, as variáveis relacionadas à quantidade do rebanho (FCD4) e à área de manejo (FP2, FCD3 e FCD4), que apresentam indicativos de necessidade de redução, estão da 'porteira para dentro' e podem ser objeto de mudanças pelo pecuarista, a fim de minimizar a ineficiência, visto que a combinação dessas variáveis não resultou em maior produtividade.

Os resultados indicam ainda, que outras variáveis como o custo com alimentação (C_Alím) que precisa ser reduzido nas DMU's FP3 e FCD4, e o custo operacional efetivo (COE) que deve ser minimizado nas DMU's FP2 e FP3, sofrem interferência do mercado devido a oscilações de preço nos insumos. Nessa situação, como o pecuarista não possui influência ou poder de alterar preços praticados, cabe a ele apenas atentar-se à quantidade consumida pelo rebanho (C_Alím), bem como aos demais gastos na atividade leiteira (COE), que devem ser combinados de forma à serem usados em sua produção ótima.

Da mesma forma, aumento na receita do leite (Rec_Leite) depende de preços praticados pelo mercado, visto que está sujeito ao valor pago pelos laticínios. Essa receita seria influenciada pelo pecuarista apenas se a produtividade aumentasse. O aumento na produtividade (Prod_Leite), inclusive, é indicado como necessário de acordo com os resultados da DEA para as quatro DMU's ineficientes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo avaliou-se, por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA), a eficiência técnica em 3 (três) pequenas propriedades rurais do município de Gurinhatã, no Triângulo Mineiro, onde a pecuária leiteira é a principal atividade econômica. Todas as propriedades investigadas possuem como receita principal a produção e comercialização do leite que é fornecido para o mesmo laticínio, tendo participado de um programa de assistência técnica com supervisão de uma veterinária, quando então foram implantados controles gerenciais para melhoria da qualidade do leite, resultando em informações de produtividade, custos e receitas obtidas com a atividade.

Por terem participado de um programa e mantido a alimentação dos controles gerenciais com informações no período de 2014 a 2017, as três propriedades constituíram uma amostra homogênea, condição necessária para atender aos pressupostos da modelagem da DEA, usada como procedimento para calcular a eficiência técnica das unidades de decisão definidas no estudo, em um total de 12 (doze) DMU's. As características homogêneas das três propriedades foram atribuídas ao fato de estas serem propriedades rurais familiares, fornecedoras para o mesmo laticínio, cujos os *inputs* e *outputs* para cada DMU, foram respectivamente, o custo com alimentação (C_Alím), o custo operacional efetivo (COE), a área de manejo (ha), a quantidade de vacas em lactação (Vac_Lact), a produção de leite (Prod_Leite) e a receita bruta da atividade leiteira (Rec_Leite). Embora as DMU's refiram-se a diferentes períodos de tempo, fez-se a atualização monetária das variáveis financeiras, usando-se o INPC-IBGE, no intuito de se eliminar as divergências temporais, mantendo a homogeneidade, que é pressuposto da DEA.

Por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA), analisou-se a eficiência de cada propriedade nos anos de 2014, 2015, 2016 e 2017, com foco na eficiência técnica. Das 12 DMU's formadas, apenas quatro foram ineficientes: FP2, FP3, FCD3 e FCD4. Em todas as quatro DMU's a produção de leite (Prod_Leite) e a receita do leite (Rec_Leite) foram as variáveis que mostraram potencial de melhoria, havendo a necessidade de aumentá-las para se atingir a situação ideal. Há, portanto, potencial de melhoria em todas as quatro DMU's.

Constatou-se a necessidade de reduzir custos com alimentação (C_Alím) nas DMU's FP3 e FCD4; os custos operacionais efetivos (COE) deveriam ser reduzidos nas DMU's FP2 e FP3. Com relação ao *input* vacas em lactação (Vac_Lact) apenas na DMU FCD4 essa variável precisaria ser reduzida. A área de manejo (ha) é subutilizada nas DMU's FP2, FCD4 e FCD3. Conclui-se, portanto, que a situação atual, em todas as variáveis de *input* apontadas, é maior que o ideal para as propriedades rurais, o que leva à observação de percentuais de ineficiência.

Confirmou-se, ainda, que as variáveis representativas dos *outputs* (Prod_Leite e Rec_Leite) que se referem à produção e receita do leite, nas quatro DMU's ineficientes, precisam ser aumentadas para se atingir a situação ideal. Cabe ressaltar, no entanto, que a precificação do leite sofre interferência do mercado, sendo uma variável sobre a qual o pecuarista pode não ter poder de negociação. Todavia, é relevante destacar que nesse mercado, a qualidade do leite, bem como a quantidade entregue aos laticínios podem resultar em um preço maior pago ao produtor. Uma solução para maximizar a receita do leite, seria o incremento tanto na qualidade do produto, decorrente de fatores diversos que envolvem desde a sanidade animal até o acondicionamento do leite.

Constatou-se, diante dos resultados apresentados, a importância de um controle efetivo dos custos de produção, para que se conheça o negócio e para que as informações geradas, por meio desse controle, permitam ao gestor, seja ele o pecuarista ou o supervisor técnico a usarem de técnicas e modelagens estatísticas cujos os resultados apontem possibilidades de intervenção. Ao analisar as quatro DMU's ineficientes (FP2, FP3, FCD3 E FCD4), o pecuarista identificará naquele período o que ocorreu com relação a cada variável. Esse conhecimento poderá levar a ações ou decisões de forma a minimizar custos com insumos produtivos, quantidade de animais e áreas de manejo, espelhando-se nas DMU's com índices de eficiência 100,0% dentro de seu grupo, ou seja, nos *benchmarks* gerados pela DEA.

É preciso ressaltar que em pequenas propriedades ou propriedades familiares, ainda há produtores resistentes ou que rejeitam a prática de anotações técnicas e financeiras, que poderiam levar às informações que por si só já permitem conhecimento e análises da atividade e, quando usadas em modelagens como a DEA resultam em informações essenciais para a tomada de decisões. Entende-se, dessa forma, que tanto a minimização de custos produtivos quanto a maximização dos resultados, requerem a assistência e capacitação das famílias rurais, que mediante implantação de controles em sua atividade, poderiam além de melhoria na qualidade de vida, investir em novas tecnologias para aprimoramento e ampliação da atividade leiteira.

Este estudo apresenta como limitações o uso do modelo de análise de eficiência BCC voltado para os insumos (*inputs*), podendo o modelo CCR ser testado em um trabalho futuro. Além disso, outras variáveis poderão ser consideradas em outros modelos de eficiência, conforme o interesse de cada pesquisador. Uma segunda limitação refere-se ao número de três propriedades para as quais foram definidas as DMU's deste estudo, visto que no município outras pequenas propriedades leiteiras participaram do mesmo programa. Um trabalho junto aos demais poderia resultar em uma pesquisa de campo e na obtenção de acesso a um banco maior de dados.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, B. A. S.; SILVA, E. L. D. G. S. A eficiência das explorações leiteiras micalenses (Açores). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v.53, supl.1, p. S129-S142, mar 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032015000600129&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 26 nov. 2018.

AZAMBUJA, A. M. V. **Análise de eficiência na gestão do transporte urbano por ônibus em municípios brasileiros**. 2002. 410. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/83123/184675.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 dez. 2018.

BARBIERI, R. S.; OLIVEIRA, L. B. G.; SABBAG, O. J. Análise de eficiência de produtores de leite em assentamento rural. **Espacios**, v. 37, n. 10, p. 1-1, 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/172943>. Acesso em: 26 nov. 2018.

BATALHA, M. O, SOUZA, H. M. (Orgs.). **Gestão integrada da agricultura familiar**. Textos selecionados. São Carlos: EduFSCar, 2005. Disponível em: http://www.gepai.dep.ufscar.br/pdfs/1105377567_Cartilhageral082004pdf. Acesso em: 15 de nov. 2017.

BORILLI, S. P. *et al.* O uso da contabilidade rural como uma ferramenta gerencial: um estudo de caso dos produtores rurais no município de Toledo-PR. **Revista de Ciências Empresariais da UNIPAR**, v. 6, n. 1, 2008. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=Uso+da+contabilidade+rural+como+uma+ferramenta+Gerencial%3A+um+estudo+de+caso+dos+produtores+rurais+no+munic%3%ADpio+de+Toled&btnG=. Acesso em: 10 nov. 2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Leite e derivados. **Conjuntura Mensal Especial**, abril, 2017, p. 1-15. Brasília: Conab, 2017. Disponível em: https://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_05_15_14_13_38_leite_abril_2017.pdf. Acesso em: 07 abr. 2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA – CNA. **Panorama do Agro**. © 2018. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/cna/panorama-do-agro>. Acesso em: 10 dez. 2018.

EMBRAPA. **Indicadores**: leite e derivados. Ano 8, n. 72, nov. 2017. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/167787/1/Cnpgl-2017-Indicadores-Leite-72.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2018.

FERREIRA, A. H. **Eficiência de sistemas de produção de leite**: uma aplicação da análise envoltória de dados na tomada de decisão. 2002. 139 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada). Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. Disponível em: <http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/8926>. Acesso em: 25 maio 2018.

FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M. J. **Administração de serviços**: operações, estratégia e tecnologia da informação. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, S. T. Cuidados no cálculo do custo de produção de leite. In: SEMINÁRIO SOBRE METODOLOGIAS DE CÁLCULO DO CUSTO DE PRODUÇÃO DE LEITE, 1, Piracicaba, 1999a. **Anais...** Piracicaba: USP, 1999. Disponível em: [http://arquivo.ufv.br/der/docentes/stg/stg_artigos/Art_119%20-%20CUIDADOS%20NO%20C%3%81LCULO%20DO%20CUSTO%20DE%20PRODU%3%87%3%83O%20DE%20LEITE%20\(11-1-99\).pdf](http://arquivo.ufv.br/der/docentes/stg/stg_artigos/Art_119%20-%20CUIDADOS%20NO%20C%3%81LCULO%20DO%20CUSTO%20DE%20PRODU%3%87%3%83O%20DE%20LEITE%20(11-1-99).pdf). Acesso em: 12 nov. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa da pecuária municipal e censo agropecuário**. Rio de Janeiro: SIDRA, 2013. Disponível em: www.sidra.ibge.gov.br. Acesso em: 10 fev. 2016.

_____. **Indicadores IBGE**: estatística da produção pecuária, 2018. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Fasciculo_Indicadores_IBGE/abate-leite-couro-ovos_201802caderno.pdf. Acesso em: 20 dez. 2018.

LOPES, M. A. *et al.* Controle gerencial e estudo da rentabilidade de sistemas de produção de leite na região de Lavras (MG). **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 883-892, jul./ago.,

2004. Disponível em: <https://professormarcosaurelio.com.br/wp-content/uploads/2017/08/7-3-17-CONTROLE-GERENCIAL-E-ESTUDO-DA-RENTABILIDADE.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2017.

LOPES, M. A. *et al.* Estudo da rentabilidade de sistemas de produção de leite no município de Nazareno, MG. **Ci. Anim. Bras.**, Goiânia, v. 12, n. 1, p. 58-69, jan./mar. 2011. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/vet/article/view/7725/8768>. Acesso em: 09 nov. 2018.

_____; CARVALHO, F. de M. Custo de produção do leite. **Boletim Agropecuário**, 32. Lavras: UFLA, 2000. Disponível em: <http://livraria.editora.ufla.br/upload/boletim/tecnico/boletim-tecnico-47.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2018.

_____ *et al.* The effect of technological levels on profits of milk production systems participating in the “full bucket” program: a multicase study. **Semina: ciências agrárias**. Londrina, v. 36, n. 4. p. 2909-2922, 2015. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744150045>. Acesso em 12 ago. 2018.

MACEDO, M. Á. da S. A utilização da análise envoltória de dados (DEA) na consolidação de medidas de desempenho organizacional. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 11, 2004, Porto Seguro. **Anais eletrônicos [...]**. Porto Seguro: ABC, 2004. CD-ROM.

MAGALHAES, Klinger Aragão; CAMPOS, Robério Telmo. Eficiência técnica e desempenho econômico de produtores de leite no Estado do Ceará, Brasil. **Rev. Econ. Social. Rural**, Brasília, v. 44, n. 4, p. 695-711, dez., 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032006000400004&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 09 jul. 2018.

MARIANO, E.B. Conceitos básicos de análise de eficiência produtiva. *In*: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 14, 2007, São Paulo. **Anais eletrônicos [...]**. São Paulo, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/257397765_Conceitos_Basicos_de_Analise_de_Eficiencia_produtiva. Acesso em: 12 dez. 2018.

MARION, J. C.; SEGATTI, S. Sistema de gestão de custos nas pequenas propriedades leiteiras. **Custos e @gronegocioonline**, v. 2. n. 2, jul./dez., 2006. Disponível em: <http://www.custoseagronegocioonline.com.br>. Acesso em: 12 nov. 2017.

_____; _____. **Contabilidade da pecuária**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MELLO, J. C. C. B. S. *et al.* Curso de análise de envoltória de dados. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 27, 2005, Gramado. **Anais eletrônicos [...]**. Gramado, 2005. Disponível em <http://www.uff.br/decisao/>. Acesso em: 10 jul. 2017.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Notícias**: créditos junto à Receita Federal contribuem para melhorar a produção de leite. 2018. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/creditos-junto-a-receita-federal-contribuem-para-melhorar-a-producao-de-leite>. Acesso em: 20 dez. 2018.

NOGUEIRA NETTO, V.; MARTINS, M. C.; NERI, C. B de S. Terra prometida. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 10, p. 46-51, 2002. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/agroanalysis/article/download/50877/49669>. Acesso em: 12 dez. 2017.

PEREIRA, N. A.; MOURA, M. F. de. Custos no agronegócio: um estudo bibliométrico dos anos de 2003 a 2013. *In*: Congresso Brasileiro de Custos, 20, 2013, Uberlândia. **Anais eletrônicos** [...]. Uberlândia, 2013. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/download/129/129>. Acesso em: 05 mar. 2018.

_____; TAVARES, M. Eficiência das principais regiões produtoras de cana-de-açúcar por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA). **Custos e @gronegócio on line**, Recife, v. 13, Edição Especial, abr., 2017. Disponível em: www.custoseagronegocioonline.com.br. Acesso em: 12 ago. 2018.

PINDYCK, R; RUBINFELD, D. **Microeconomia**. 7. ed. São Paulo: Pearson, 2010.

ROCHA, Á. G. F. **Eficiência técnica e de escala em diferentes sistemas familiares de produção de leite da microrregião de Uberlândia (MG)**. 2017. 45 f. Tese (doutorado em Ciências Veterinárias) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.te.2017.16>. Acesso em: 08 ago. 2018.

RODRIGUES, M. H. S. *et al.* Análise de eficiência dos produtores de leite do município de Rolim de Moura, no estado de Rondônia. **Gestão & Regionalidade**, v. 27, n. 79, 2011. Disponível em: <http://www.redalyc.org/html/1334/133418611004/>. Acesso em: 01 dez. 2017.

SABBAG, O. J.; COSTA, S. M. A. L. Análise de custos da produção de leite: aplicação do método de Monte Carlo. **Extensão Rural**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 125-145, 2015. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=AN%3%81LISE+DE+CUSTOS+DA+PRODU%3%87%3%83O+DE+LEITE%3A+APLICA%3%87%3%83O+DO+M%3%89TODO+DE+MONTE+CARLO.&btnG=. Acesso em: 12 dez. 2017.

SALUME, J. A.; SILVA, E. C. G.; CHRISTO, B. F. Elementos de administração rural avaliados em pequenas propriedades rurais de Alegre-ES. **Caderno Profissional de Administração – UNIMEP**, v. 5, n. 1, 2015. Disponível em: <http://www.cadtecempa.com.br/ojs/index.php/httpwwwcadtecmpacombrojsindexphp/article/view/86/74>. Acesso em 08 abr.2018.

SANTOS, G. J.; MARION, J. C.; SEGATTI, S. **Administração de custos na agropecuária**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SANTOS, I. O. **Avaliação da eficiência na produção de arroz no Brasil**: uma aplicação da Análise Envoltória de Dados. 2017. 111 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) – Faculdade de Ciências Contábeis, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/20354>. Acesso em: 05 mar. 2018.

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DE MINAS GERAIS (SEAPA). **Bovinocultura leite e corte**, 2018. Disponível em:

[http://www.reformaagraria.mg.gov.br/images/documentos/bovinocultura_leite_corte_mar_2018 \[1\].pdf](http://www.reformaagraria.mg.gov.br/images/documentos/bovinocultura_leite_corte_mar_2018[1].pdf). Acesso em: 08 abr.2018.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO AS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **Guia prático de produção intensiva de leite**: o perfil da produção de leite no Brasil, 2013. Disponível em: http://www.sebrae.com.br/setor/leite-ederivados/o-setor/producao/o-perfil-da-producao-de-leite-no-brasil/BIA_120000280. Acesso em: 06 abr. 2018.

SILVA, A. C. R. da. **Metodologia da pesquisa aplicada à contabilidade**: orientações de estudos, projetos, artigos, relatórios, monografias, dissertações, teses. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

SILVA, R. A. G da. **Administração rural**: teoria e prática. 3. ed. Curitiba: Juruá, 2013.

SOUZA, U. R.; BRAGA, M. J.; FERREIRA, M. A. M. Fatores associados à eficiência técnica e de escala das cooperativas agropecuárias paranaenses. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, Brasília, v. 49, n. 3, p. 573-597, set., 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032011000300003&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 09 dez. 2018.

STEENEVELD, W. *et al.* Comparing technical efficiency of farms with an automatic milking system and a conventional milking system. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 95, n. 12, p. 7391-7398, dec. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5482>. Acesso em 08 ago. 2018.

ZOCCAL, R. **A força do agro e do leite no Brasil**. © Revista Balde Branco, 2017. Disponível em: <http://www.baldebranco.com.br/forca-agro-e-leite-no-brasil/>. Acesso em: 09 jun. 2018.

ZHU, J. Multi-factor performance measure model with application to Fortune 500 companies. **European Journal of Operational Research**, n. 123, p.105-124. 2000.