

Sustentabilidade e relação de indicadores econômicos e ambientais em fazendas produtoras de leite no Brasil

Maria Souza Lima Arantes^{(1) (5)}, Glauco Rodrigues Carvalho⁽²⁾, Weslem Rodrigues Faria⁽³⁾, Vanessa Romário de Paula⁽⁴⁾ e Thierry Ribeiro Tomich⁽²⁾

⁽¹⁾Bolsista (Pibic CNPq), Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG. ⁽²⁾Pesquisador, Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG. ⁽³⁾Professor e pesquisador, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG. ⁽⁴⁾Analista, Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG. ⁽⁵⁾E-mail: mariasembrapa@gmail.com.

Resumo — Objetivou-se com este trabalho analisar fazendas brasileiras produtoras de leite com base em indicadores econômicos e sustentáveis da atividade. Foram consideradas fazendas de Goiás, Minas Gerais, São Paulo e Paraná, e uma base de dados com 21 variáveis para os anos de 2020 e 2021. O estudo foi realizado a partir da implementação de dois métodos multivariados: a análise fatorial e a análise de agrupamentos. Os resultados da análise fatorial indicaram uma adequação de cinco fatores para o estudo, resumindo as relações sobre rebanho e produção, emissões de carbono e seus condicionantes, pegada total de carbono, sólidos do leite e outras fontes de emissão. A análise de agrupamentos identificou quatro grupos distintos. Um dos grupos englobou um perfil com maior nível de produção e receita, maiores valores de produtividade do rebanho e menores pegada de carbono e emissão de metano entérico. De forma contrária, foi identificado outro grupo de fazendas caracterizadas por alta pegada de carbono e emissão de metano, com nível inferior de produção e receita, associados aos menores valores de produtividade. Esses resultados vão ao encontro com a hipótese central deste trabalho e com a literatura estudada.

Termos para indexação: custo, emissões, pegada de carbono, produtividade, produção de leite, receita.

Sustainability in dairy farms in brazil: an analysis of the relationship between economic and environmental indicators

Abstract — The objective of this study was to analyze Brazilian dairy farms based on economic and sustainable indicators of the activity. Farms from Goiás, Minas Gerais, São Paulo, and Paraná were considered, using a database with 21 variables for the years 2020 and 2021. The study employed two multivariate methods: factorial analysis and clustering analysis. Factorial analysis results indicated five factors relevant to the study, summarizing relationships concerning herd size and production, carbon emissions and their determinants, total carbon footprint, milk solids, and other emission sources. Clustering analysis identified four distinct groups. One group exhibited a profile with higher production levels and revenue, greater herd productivity, and lower carbon footprint and enteric methane emissions. Conversely, another group of farms was characterized by high carbon footprint and methane emissions, lower production levels and revenue, and associated with lower productivity values. These findings support the central hypothesis of this study and align with existing literature.

Index terms: carbon footprint, cost, emissions, milk production, productivity, revenue.

Introdução

A atividade pecuária ao redor do mundo é uma importante fonte de alimentos para a população mundial, mas tem sido cobrada em função de questões ambientais, seja pela emissão de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera ou pelo elevado nível de degradação de pastagens e solos (Gurgel; Laurenzana, 2016). Cerca de 60% das emissões totais de GEE da pecuária no mundo são provenientes dos gados para produção de leite ou carne. Em termos de produto, o leite é responsável por aproximadamente 30% das emissões de GEE da produção total de proteína animal, atrás apenas da produção de carne, que representa 67% do total. (FAO, 2023). Freitas e Araldi (2011) destacam que o aumento da eficiência na utilização dos recursos na produção é um dos principais caminhos para alcançar a sustentabilidade da pecuária, incluindo a redução de GEE. Dessa forma, as tecnologias que aumentam a produtividade do rebanho são importantes meios para reduzir o custo ambiental da atividade.

Dado o exposto, acredita-se que fazendas de maior produção, com nível maior de produtividade, com maiores recursos financeiros e mais tecnologia empregada apresentem níveis mais baixos de emissão de GEE. Isso decorre do fato de que fazendas com essas características são dotadas de maiores planejamentos organizacionais e um sistema de gestão mais eficiente que investe em produtos e tecnologias as quais retornam poucos efeitos negativos ao meio ambiente. Além disso, o fato de a fazenda possuir um rebanho mais produtivo tem por consequência menores emissões de GEE por quilograma de leite que está sendo produzido. Para testar a hipótese considerada, este trabalho se baseia nos dados econômicos e ambientais de fazendas produtoras de leite no Brasil. O principal objetivo é a caracterização da relação entre os indicadores ambientais das unidades e seus resultados de rentabilidade e produtividade. Para isso foram utilizados dois métodos de estatística multivariada: a análise fatorial exploratória e análise de cluster multivariado.

Material e métodos

A base de dados utilizada na pesquisa é oriunda da Embrapa, com dados de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) e pegada de carbono de sistemas de produção de leite de 307 fazendas nos Estados de Minas Gerais, São Paulo, Goiás e Paraná. Para o ano de 2020 tiveram 17 fazendas, representando 6% do total, e para 2021 a base apresentou 290 fazendas, sendo, portanto, 94% das informações. O conjunto de dados contou com informações gerais das unidades produtoras tais como: latitude, longitude, clima, arquétipo e o tipo de manejo de dejetos utilizado. As variáveis utilizadas neste trabalho foram subdivididas em cinco grupos, sendo eles: Produção, Rebanho, Alimentação, Emissões de GEE e Resultados. As variáveis relativas ao quinto grupo de Resultados, que dizem respeito a indicadores financeiros das fazendas, foram calculadas a partir de métricas ou procedimentos adotados por outras fontes de dados e estudos para balizar a estimativa de custo com alimentação e de receita do leite. O cálculo do indicador de custo das fazendas utilizado no trabalho se baseou na alimentação do rebanho, mais especificamente em uma proxy de custos totais com o consumo de concentrado (milho e soja) utilizado como um dos principais alimentos para as vacas.

Para a análise deste trabalho foram consideradas informações sobre os preços do milho e da soja, sendo assim calculado o custo total com concentrado na alimentação dos rebanhos, multiplicando o preço do quilo concentrado pelo total consumido pelas fazendas no ano, também em quilos. Do mesmo modo, a última variável de Receita contou com dados do preço do leite ao produtor para os anos de 2020 e 2021, o qual foi relacionado com a produção total de leite.

Dentre os métodos de análise utilizados, primeiramente foi realizada a análise fatorial, que, de acordo com Hair et al. (2009), “é uma técnica de interdependência cujo propósito principal é definir a estrutura inerente entre as variáveis na análise”. Esse método reduz o número original de variáveis de forma que esses fatores independentes extraídos possam explicar, de modo simples e reduzido, as variáveis originais. Dessa forma, as variáveis presentes na base de dados serão definidas como uma combinação linear dos fatores comuns entre elas, os quais poderão explicar a variância de cada variável, mais um desvio que resume a variância total não representada por tais fatores (Hair et al., 2009).

A segunda etapa utilizada envolve técnicas de análise de cluster. Esta é, pela sua natureza, uma análise exploratória que visa identificar grupos distintos dentro de um grande conjunto de dados. Nessa perspectiva, esta análise oferece a oportunidade de resumir a quantidade de informações, identificar valores extremos (*outliers*) e fazer suposições sobre a relação entre as variáveis. O algoritmo a ser utilizado para agrupar os elementos, neste caso fazendas, em categorias semelhantes é baseado num conjunto de k variáveis associadas. Os critérios de agrupamento dos elementos baseiam-se na sua proximidade. Isso é medido usando uma métrica de similaridade. Neste contexto, utilizaremos a medida de distância euclidiana mais utilizada.

Resultados e discussão

Com base nas análises realizadas, os principais resultados confirmaram a hipótese central deste trabalho, de que fazendas mais produtivas também possuem níveis mais baixos de emissão de GEE.

Inicialmente, observou-se que as fazendas produzem em média 470 mil quilos de leite por ano e 1,68 quilogramas de dióxido de carbono equivalente por quilo de leite corrigido para gordura e proteína (kg CO₂ eq/kg FPCM). Os resultados da análise fatorial indicaram a criação de cinco fatores, nos quais as variáveis estão relacionadas entre si.

O primeiro fator, explica 39,15% da variância dos dados e foi denominado “rebanho e produção”, este resume aspectos da produção pecuária nas fazendas a partir de dados de rebanho, alimentação, custo e receita.

O segundo fator de “Emissões e condicionantes” foi, por sua vez, um dos mais importantes para a análise da emissão de GEE das fazendas e explica 14,66% da variância dos dados. As cargas fatoriais indicam que quanto menor a produtividade individual dos animais do rebanho, maiores serão as emissões de metano e também as emissões de GEE gerados pelos dejetos dos animais. Essa mesma interpretação vale para o percentual de vacas em lactação do rebanho, que se apresentou negativamente relacionada com o nível de emissões totais de metano e de emissões pelos dejetos. Dessa forma, esses resultados comprovam a hipótese de que aumentos na produtividade contribuem para a redução da emissão de GEE pela atividade leiteira, e consequentemente a sua pegada de carbono.

A seguir, o terceiro fator, “Pegada de carbono”, explicou apenas 8,76% da variância dos dados e é composto pelas variáveis de pegada de carbono e emissão de GEE pelos componentes da alimentação do rebanho com origem interna à fazenda, que apresentaram relação positiva entre si. O quarto fator, “Sólidos do leite”, com peso de 8,41% na explicação da variância dos dados, engloba positivamente as variáveis referentes à quantidade de sólidos presentes no leite, gordura e proteína, produzido pelas fazendas. Por fim, o quinto fator compreendeu “Outras fontes de emissão”, como é o caso das emissões pela alimentação do rebanho com origem externa à fazenda e as emissões por fontes de energia elétrica e transporte. Este fator representou 6,40% da variância dos dados.

Posteriormente, a análise de grupos permitiu combinar fazendas com base na similaridade entre elas, levando em consideração as 21 variáveis analisadas. Este método tende a agrupar itens semelhantes nos mesmos grupos, enquanto os diferentes grupos formados tendem a ser diferentes entre si. Os resultados destacaram dois grupos principais que atestaram a hipótese deste trabalho, os grupos 2 e 3. Seus resultados são destacados a seguir.

O segundo grupo da análise compreendeu apenas 10 fazendas da base de dados, sendo as unidades com maiores médias de produção, produtividade e receita do leite. Cinquenta e um por cento das vacas estão em lactação, e seu custo com concentrado é o maior entre os grupos. Contudo, o resultado mais relevante é quanto à intensidade das emissões de GEE, que resultam em pegada de carbono e emissão de metano entérico menores entre todos os outros grupos estudados. Por outro lado, o terceiro grupo de fazendas representou 184 unidades, e possui menor produção e também menor custo com alimentação e receita do leite. Sua produtividade seguiu a mesma tendência, é a menor entre elas visto que cada vaca produz apenas 16,6 litros de leite por dia. A quantidade de vacas em lactação no total do rebanho é de 45%. Contudo a sua emissão de GEE e de metano entérico, separadamente, são as maiores se comparadas a dos outros três grupos. Os resultados deste terceiro grupo atestaram novamente que, quanto menor a produtividade, maiores serão as emissões de metano e de pegada de carbono. A análise fatorial também apresentou essa conclusão, bem como a literatura já existente sobre o tema, como é o caso dos resultados do trabalho de Gurgel e Laurenzana (2016).

Conclusões

A hipótese fundamental dessa pesquisa é a de que fazendas mais produtivas, com maiores recursos financeiros e mais tecnologia empregada tendem a gerar menores emissões de GEE no meio ambiente. Esta hipótese foi confirmada com as análises realizadas, a análise fatorial mostrou este resultado no segundo fator de “Emissões e Condicionantes” e a análise de agrupamento, por meio dos grupos 2 e 3 atestou que fazendas com maiores produtividade, produção e receita possuem menor pegada de carbono. Portanto, com os resultados apresentados é iminente que sob condições de produções semelhantes às das fazendas mais produtivas, é possível melhorar a eficiência e sustentabilidade nas fazendas de leite. São fatores importantes o investimento em tecnologias e inovações, a adoção de sistemas de produção mais tecnificados, a consolidação da gestão da fazenda de forma a torná-la mais organizada e também o direcionamento de ações que contribuam para que o setor se torne mais competitivo. Assistência técnica e extensão rural são fundamentais neste processo, já que a pecuária de leite no Brasil é bastante heterogênea e composta por um número elevado de produtores.

Agradecimentos

Ao apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - Brasil (CNPq). Parte do projeto 10.19.03.064.00.00 - Zoneamento pecuário de risco climático para produção de leite no Sudeste do Brasil. À Embrapa Gado de Leite pela oportunidade da bolsa recebida do Programa Pibic e pela disponibilidade dos dados utilizados neste estudo – projeto 20.22.00.189.00.00, o que me proporcionou obter experiência e aprendizado; ao pesquisador Glaucio Rodrigues Carvalho pela orientação e apoio durante o período de estudos e treinamento e a todos os colaboradores e amigos da Embrapa que me acompanharam na empresa e contribuíram para minha formação.

Referências

FAO. **Pathways towards lower emissions**: a global assessment of the greenhouse gas emissions and mitigation options from livestock agrifood systems. Roma, 2023. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/a06a30d3-6e9d-4e9c-b4b7-29a6cc307208/content>. Acesso em: 13 maio 2024.

FREITAS, V. O.; ARALDI, D. F. Impacto ambiental da emissão de gases pela pecuária. In: SEMINÁRIO INTERINSTITUCIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 16.; MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14.; MOSTRA DE EXTENSÃO, 9., 2011, Cruz Alta. **Anais [...]**. Cruz Alta: Universidade de Cruz Alta, 2011.

GURGEL, A. C.; LAURENZANA, R. D. Desafios e oportunidades da agricultura brasileira de baixo carbono. In: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (org.). **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. Brasília, DF: Ipea, 2016. p. 346-366.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R.; BABIN, B. **Multivariate data analysis**. 7th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2009, p.96.