*Revista Agrarian*
ISSN: 1984-2538

# A heterogeneidade tecnológica da pecuária leiteira em Minas Gerais

***The Technological heterogeneity of dairy farming in Minas Gerais***

**André Rozemberg Peixoto Simões, Janderson Damaceno dos Reis, Patrícia Silva Avelar**

Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul - Unidade Universitária de Aquidauana, Rodovia Graziela Maciel Barroso , Km 12, 25 - Zona Rural, Aquidauana - MS, 79200-000 email: andrerpsimoes@hotmail.com

Recebido em: 23/08/2017 Aceito em:06/10/2017

**Resumo:** A heterogeneidade dos sistemas de produção de leite de Minas Gerais é uma das causas de instabilidade das relações comerciais da cadeia produtiva e das dificuldades de direcionamento de políticas públicas. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi caracterizar espacialmente a heterogeneidade tecnológica dos sistemas de produção de leite das 66 microrregiões do estado de Minas Gerais. Para isso, estimou-se um modelo fatorial a partir de 15 variáveis de tecnologia e de escala de produção e foi construído um Índice de Modernização da Pecuária Leiteira. A análise *cluster* realizada com este índice permitiu classificar espacialmente as microrregiões em 4 níveis tecnológicos. Os resultados podem subsidiar estratégias de formulação de políticas públicas regionalizadas e elaboração de planos de atividades privadas.

**Palavras-chave**: Tecnologia, Gado de leite, Microrregiões, Análise multivariada.

**Abstract:** The heterogeneity of the dairy system production in Minas Gerais is a one of the cause of the instability in the commercial relationship of the supply chain and source of difficulties of implementing public policies. In this sense, the objective of this work was to characterize spatially the technological heterogeneity of the dairy production systems in the 66 micro-regions of Minas Gerais. For this, a factorial analysis model was estimated from 15 technological and scale variables. A Modernization Dairy Farming Index was calculated and a cluster analysis was performed allowing classifying spatially the micro-regions in 4 technological levels. The results can support strategic information to formulation of regionalized public policies and development of private activity plans.

**Keywords***:* Technology, Dairy cattle, Micro-regions, Multivariate analysis

## Introdução

O estado de Minas Gerais desempenha um papel importante na cadeia produtiva do leite do Brasil. Segundo os dados da Pesquisa Pecuária Municipal (PPM) do IBGE, em 2013 a produção de Minas foi de 9,3 bilhões de litros de leite, representando 27% da produção nacional, colocando-o na primeira posição do ranking nacional, seguido pelos estados do Rio Grande do Sul e Paraná com 13%, cada um deles (IBGE, 2013).

A importância do estado no setor lácteo também pode ser evidenciada pela influência que o seu mercado tem sobre os demais estados que compõem a maior parte do leite produzido no Brasil. Segundo Fernandes et al. (2010) há evidências de que a variabilidade dos preços pagos aos produtores de Minas Gerais, explica grande parte da variabilidade dos preços nos estados de São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná e Goiás.

No mesmo sentido, Carvalho et al. (2014) apontam para a necessidade de formulação de políticas de preços focalizadas nos estados de Minas Gerais e São Paulo. No caso de Minas isto se justifica por este ser o maior produtor e um dos maiores consumidores e no caso de São Paulo pelo fato deste possuir a maior concentração de laticínios do país. Assim, dada a forte correlação de movimentos de mercados os efeitos das políticas nestas regiões tendem a ser transmitidos para todo o território nacional.

A atividade leiteira em Minas Gerais contou, em 2013, com 5,8 milhões de vacas ordenhadas, o que representou 25% do efetivo desta categoria no Brasil, entretanto, em termos de produtividade, o estado aparece apenas em 5º colocado com 1.591 litros/vaca/ano. Os estados do Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina que possuem as maiores produtividades apresentaram respectivamente 2.900, 2.577 e 2.534 litros/vaca/ano (IBGE, 2013).

*Revista Agrarian*
ISSN: 1984-2538

Este desempenho de produtividade relativamente baixo de Minas Gerais quando comparado com os estados da região Sul podem ser explicado pela heterogeneidade dos sistemas de produção.

A observação da heterogeneidade da produção agropecuária pode ser analisada considerando-se diversos fatores, entretanto, Hoffmann (1992) sugere que somente uma abordagem estritamente tecnológica é capaz de abarcar a natureza multidimensional do processo de modernização dos sistemas produtivos agropecuários.

Como Minas Gerais está em uma posição geográfica central no Brasil fazendo fronteira com estados da região Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, recebe influência e absorve uma multiplicidade de características edafoclimáticas e culturais que por consequência se refletem na diversidade dos sistemas de produção de leite observada.

Segundo Gomes (2006) a produção leiteria no Brasil é marcada por uma dualidade tecnológica visto que convivem, lado a lado, produtores que utilizam alta tecnologia e alcançam elevados índices de produtividade, com outros, tradicionais, que empregam baixo nível tecnológico e alcançam pequena produtividade, Tabela 1.

**Tabela 1.** Distribuição da área, número de vacas em lactação e produção de leite por extrato percentual de produtores de leite no Brasil, em 2006.

| Total de produtores de leite: 1.350.809 | Área | Vacas em lactação | Produção de leite |
|---|---|---|---|
| **30 %** dos produtores de leite | <10 há | 11% | 10% |
| **45 %** dos produtores de leite | >10 e <50 há | 38% | 39% |
| **25%** dos produtores de leite | >50 há | 51% | 51% |

Fonte: IBGE - Censo Agropecuário, 2006.

Assim, o reconhecimento do caráter heterogêneo da produção agropecuária e a adaptação de programas públicos e privados para as diferentes realidades é o caminho mais seguro para a promoção do desenvolvimento rural, portanto, a formulação de políticas deve ser regionalizada e de caráter tecnológico para reverter os efeitos das desigualdades (Belik, 2015).

Vieira Filho e Santos (2011) também recomendam que os estudos sobre a heterogeneidade no campo sejam feitos de maneira regionalizada e focados em atividades específicas, uma vez que o conhecimento das características produtivas que geram heterogeneidade é fundamental para promover o crescimento agrícola de forma vigorosa e com incorporação tecnológica. Assim, a correção de distorções estruturais pode levar ao desenvolvimento mais amplo e a inclusão de agricultores marginalizados.

Desta forma, considerando a importância da cadeia produtiva do leite para o estado de Minas Gerais e a sua relevância no cenário nacional, este trabalho tem como objetivo caracterizar espacialmente a heterogeneidade tecnológica dos sistemas de produção de leite das 66 microrregiões do estado de Minas Gerais.

Espera-se como resultado que as informações apresentadas possam servir de subsídio para a melhor caracterização das regiões mineiras, bem como, facilitar o delineamento de políticas públicas e estratégias empresariais direcionadas às diferentes realidades locais da cadeia do leite.

## Material e Métodos

Dada a natureza multidimensional do objeto de estudo é apropriado utilizar a análise estatística multivariada como método para caracterizar a diversidade tecnológica da produção de leite nas microrregiões do estado de Minas Gerais. Para isso, foi feita uma análise fatorial dos dados e na sequência, uma análise de agrupamento (*cluster*) considerando um índice calculado de modernização.

### *Análise Fatorial*

A Análise Fatorial é uma técnica cujo princípio básico é a redução do número original de variáveis para um número menor, denominados "*fatores*". Estes *fatores* são variáveis latentes (não observadas) que representam características marcantes dos dados de forma a explicar reduzidamente as variáveis originais. Isso é possível devido a existência de padrões de correlação nas variáveis originais que resultam em fatores comuns de explicação da variabilidade dos dados.

O modelo da análise fatorial consiste em uma combinação linear das variáveis

*Revista Agrarian*
ISSN: 1984-2538

padronizadas[1] que pode ser representado pela seguinte expressão:

$$X_i = a_{i1}F_1 + a_{i2}F_2 + \cdots + a_{im}F_m + e_i \quad (1)$$

Onde $X_i$ representa i-ésimo escore da variável padronizada, com média zero e variância unitária $(i = 1, 2, \cdots m)$, $F_j$ indica os fatores comuns não correlacionados, com média zero e variância unitária; $a_{ij}$ representa as cargas fatoriais, e $e_i$, o termo de erro que capta a variação especifica de $X_i$.

De posse das cargas fatoriais pode-se então estimar os escores fatoriais para cada observação (microrregião) que é feita pela multiplicação do valor padronizado das variáveis pelo coeficiente do escore fatorial correspondente:

$$F_j = w_{j1}X_1 + w_{j2}X_2 + \cdots + w_{jp}X_p \quad (2)$$

Em que $F_j$ representa j-ésimo fator, $w_{jp}$ são os coeficientes dos escores fatoriais e $p$ o número de variáveis.

O método utilizado para a aplicação da análise fatorial foi o de Componentes Principais, que consiste em gerar fatores independentes entre si que sejam capazes de captar o máximo da variância dos dados. Assim, o primeiro fator capta o maior percentual de explicação da variância total das variáveis, o segundo capta o segundo maior percentual e assim sucessivamente. Para facilitar a interpretação dos fatores, foi realizada uma rotação ortogonal pelo método *Varimax*, que permite distinguir mais facilmente, a relação das variáveis com os fatores extraídos.

### *1.1. Análise de agrupamento*

A análise de agrupamento, também conhecida como análise de *Cluster*, tem como objetivo classificar os elementos da amostra em grupos distintos, de acordo com determinadas características (variáveis) que neles foram medidas. Neste trabalho optou-se pelo método hierárquico aglomerativo de Ward, que segundo Mingoti (2005) é um método adequado para variáveis quantitativas, visto que tem como base a comparação de vetores de médias. Diante disso, o método de Ward considera o aumento na soma de quadrados dos erros (SQE)[2] como critério para juntar dois grupos de elementos. Em cada estágio é analisada a união de todos os pares de grupos, sendo unidos os dois que apresentarem menor aumento de SQE. Assim, o método de Ward tende a formar grupos com a maior homogeneidade interna.

Existem alguns critérios matemáticos disponíveis para a determinação do número ideal de grupos a serem formados, tais como: critérios de *rule (calinski)* e *rule (duda)*. No entanto, conforme destacado por Ferreira Júnior *et al*. (2004), não há um critério pré-estabelecido para a definição do número de agrupamentos, sendo a avaliação crítica do pesquisador o principal critério para esta definição. O processo de formação dos clusters foi feito com base em um índice de modernização calculado.

### *1.2. Índice de modernização da pecuária leiteira (IMPL)*

O $IMPL$ foi obtido por meio do cálculo da média dos fatores ponderada pela proporção de explicação da variância total das variáveis,

$$IMPL_i = \frac{\sum_{j=1}^{3} w_j . FP_{ij}}{\sum_{j=1}^{3} w_j} \quad (3)$$

Em que $IMPL_i$ é o índice da i-ésima microrregião; $w_j$ é a proporção da variância explicada pelo j-ésimo fator e $F_{ij}$ é o valor do i-ésimo escore fatorial padronizado associado à i-ésima microrregião. O escore fatorial foi padronizado para a obtenção de valores positivos entre 0 e 1 facilitando a hierarquização das microrregiões.

$$FP_{ij} = \left(\frac{F_{ij} - F_{ij}^{min}}{F_{ij}^{max} - F_{ij}^{min}}\right) x\ 100 \quad (4)$$

Em que $F_{ij}^{min}$ é o menor valor do j-ésimo escore fatorial observado entre todas as microrregiões e $F_{ij}^{max}$ é maior valor do j-ésimo escore fatorial observado entre todas as microrregiões (SANTOS, SANTANA e RAIOL, 2011).

### *1.3. Fonte de dados*

A base de dados utilizada neste trabalho foi obtida do Censo Agropecuário de 2006 e da Pesquisa Pecuária Municipal, realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

[1] É recomendado o uso de variáveis padronizadas para contornar o problema de unidades de medidas diferentes e a influência de variância desbalanceadas na determinação das cargas fatoriais (coeficientes de correlação entre as variáveis e os fatores).

[2] A soma de quadrados dos erros (SQE) de um determinado grupo, é a soma dos desvios ao quadrado de cada item para a média do grupo (centroide).

*Revista Agrarian*
ISSN: 1984-2538

(IBGE). A partir desses dados foram escolhidas 15 variáveis explicativas para as 66 microrregiões de Minas Gerais, conforme Tabela 2.

Segundo o IBGE as Microrregiões são definidas como agrupamentos regionais que tem especificidades que se referem à estrutura de produção: agropecuária, industrial, extrativismo mineral ou pesca. Essas estruturas de produção diferenciadas podem resultar da presença de elementos do quadro natural ou de relações sociais e econômicas particulares. A organização do espaço microrregional é identificada, também, pela vida de relações ao nível local, isto é, pela interação entre as áreas de produção e locais de beneficiamento e pela possibilidade de atender às populações, através do comércio de varejo ou atacado ou dos setores sociais básicos. Neste sentido é apropriada a utilização das Microrregiões para análise do setor pecuário da cadeia produtiva do leite em Minas Gerais.

Para realizar a análise fatorial e de agrupamento foi utilizado o software Stata versão12.

**Tabela 2**. Definição das variáveis utilizadas para caracterizar a heterogeneidade da produção de leite nas 66 microrregiões de Minas Gerais.

| Variáveis | Descrição |
|---|---|
| Controle de doenças | Proporção dos produtores de leite que faz controle de doenças e ou parasitas nos rebanhos em relação ao total dos estabelecimentos agropecuários. |
| Medicamentos | Proporção dos produtores de leite que tem despesas com medicamentos em relação ao total dos estabelecimentos agropecuários com criação de bovinos. |
| Pastejo rotacionado | Proporção dos produtores de leite que faz rotação de pastagens em relação ao total dos estabelecimentos agropecuários. |
| Irrigação | Proporção dos produtores de leite que faz uso de irrigação em relação ao total dos estabelecimentos agropecuários. |
| Adubação | Proporção dos produtores de leite que faz uso de irrigação em relação ao total dos estabelecimentos agropecuários. |
| Sal mineral | Proporção dos produtores de leite que tem despesas com sal mineral em relação ao total dos estabelecimentos agropecuários com criação de bovinos. |
| Inseminação Artificial | Proporção dos produtores de leite que realizam inseminação artificial em relação ao total de produtores de leite. |
| Transferência de embriões | Proporção dos produtores de leite que realizam transferência de embriões em relação ao total de produtores de leite. |
| Ordenhadeira | Proporção dos produtores de leite que utilizam ordenhadeira em relação ao total de produtores de leite. |
| Tanques de resfriamento do leite | Proporção dos produtores de leite que possuem tanques de resfriamento na propriedade em relação ao total de produtores de leite. |
| Uso de silagens | Proporção dos produtores de leite que utilizam silagens para alimentação animal em relação ao total de produtores de leite. |
| Orientação técnica | Proporção dos produtores de leite que recebem assistência técnica regularmente em relação ao total dos estabelecimentos agropecuários. |
| Integração com o mercado | Proporção dos produtores de leite que são considerados integrados ao mercado em relação ao total de produtores de leite*. |
| Rebanho de leite | Proporção dos produtores de leite com mais de 200 cabeças em relação ao total de produtores de leite. |
| Vacas ordenhadas | Proporção de vacas ordenhadas no ano em relação ao tamanho efetivo do rebanho bovino. |

* Integração com o mercado = participação da receita da produção/valor da produção agropecuária. Nesse caso foram considerados integrados produtores com índice maior que 0,5.
Fonte: Resultado da pesquisa com base no Censo Agropecuário 2006.

**Resultados**

*Revista Agrarian*
ISSN: 1984-2538

A análise fatorial permitiu a extração de 3 fatores de raízes características com valores superiores a um e que explicam conjuntamente 73,2% da variância total dos dados. O teste de esfericidade de Bartlett foi significativo a 1% de probabilidade, rejeitando a hipótese de que a matriz de correlação é uma identidade. O teste de KMO de 0,789 indica que a amostra de dados é adequada para a análise fatorial.

Segundo Hoffmann (1992) não há um critério absoluto para a determinação do número de fatores a serem analisados. O autor destaca que quanto maior o número de fatores, maior será a percentagem de explicação da variância total dos dados, entretanto perde-se poder de síntese das informações.

Neste trabalho, optou-se pela escolha de três fatores, o que permitiu a construção do índice de modernização da pecuária leiteira IMPL composto por dois deles ($F_1$ e $F_2$) e mais um fator ($F_3$) que permitiu analisar a escala de produção das propriedades leiteiras.

Ferreira Júnior et al. (2004) também utilizaram três fatores para sintetizar 22 variáveis explicativas da modernização da agropecuária nas Microrregiões de Minas Gerais. Santos et al. (2012) construíram um índice de modernização da pecuária leiteira para o estado de Rondônia utilizando três fatores provenientes de 10 variáveis explicativas. Já, Santos et al. (2011) e Santos et al. (2014) utilizaram 15 e 12 variáveis, respectivamente, para formar cinco fatores explicativos da modernização da pecuária de leite na Amazônia e no estado do Tocantins.

Na Tabela 3, pode-se observar as cargas fatoriais para os três fatores considerados e as percentagens da variância de cada variável explicada pelos fatores comuns (comunalidades). O Fator 1 proporcionou a explicação de 36,2% da variância total dos dados e os Fatores 2 e 3 explicaram 23,7 e 13,3 respectivamente.

Para a interpretação dos fatores, foram consideradas as maiores cargas fatoriais e aquelas com valores iguais ou superiores a 0,5. A análise das comunalidades permite afirmar que os três fatores captam satisfatoriamente a variabilidade dos dados.

O Fator 1 foi bem representado pelas variáveis: Controle de doenças, Medicamentos, Sal mineral, Pastejo rotacionado, Irrigação e Adubação. Por isso é coerente denominá-lo "*Tecnologias de pastejo e controle sanitário*". Estas variáveis estão corretamente associadas uma vez que o uso de sal mineral no rebanho é uma tecnologia complementar ao uso eficiente das pastagens e no controle e prevenção de doenças em vacas leiteiras. Assim como o uso de irrigação e adubação são técnicas recomendadas para produtores que fazem uso de pastejo rotacionado. Este fator está em acordo com o fator denominado Manejo sanitário e alimentar formulado por Santos et al.(2012).

O Fator 2 é composto predominantemente pelas variáveis Inseminação Artificial, Transferência de embriões, Ordenhadeira, Tanques de resfriamento, Uso de silagens, Integração com o mercado e Orientação técnica. Está correto associar as tecnologias reprodutivas e de produção de silagens à produtores que recebem assistência técnica frequente. O uso de ordenhadeiras mecanizadas e a presença de tanques de resfriamento estão associados a duas dimensões importantes do desenvolvimento da atividade leiteira: a) integração com o mercado via laticínios, uma vez que a maior presença de tanques indica menor informalidade do setor e b) preocupação com a qualidade do leite produzido. Ambas as dimensões estão associadas à presença regular de técnicos das indústrias laticinistas na propriedade rural. Diante disto, o Fator 2 foi apropriadamente denominado "*Tecnologias de qualidade e reprodução*".

O Fator 3 representa a escala de produção associado à variável Vacas em lactação e ao tamanho relativo do rebanho leiteiro sobre o rebanho total da microrregião, desta forma, esse Fator foi denominado "*Escala de produção*". Na atividade leiteira a escala de produção é fundamental para a sustentabilidade no longo prazo, uma vez que a sobrevivência dos empreendimentos está associada a uma relação de equilíbrio entre o capital imobilizado e a produção de leite (Gomes e Ferreira Filho, 2007; Lopes et al., 2007).

A partir da determinação dos Fatores *"Tecnologias de qualidade e reprodução*" e "*Tecnologias de pastejo e controle sanitário*" pôde-se elaborar o índice de modernização da pecuária leiteira para as 66 microrregiões de Minas Gerais *IMPL* e com ele agrupar as microrregiões em 4 níveis tecnológicos semelhantes.

**Tabela 3.** Cargas fatoriais após rotação ortogonal e as comunalidades de cada variável.

*Revista Agrarian*
ISSN: 1984-2538

| Variáveis | $F_1$ | $F_2$ | $F_3$ | Comunalidade |
|---|---|---|---|---|
| Controle de doenças | **0.921** | 0.282 | -0.112 | 0.940 |
| Medicamentos | **0.950** | 0.221 | -0.038 | 0.952 |
| Pastejo rotacionado | **0.913** | 0.029 | 0.181 | 0.867 |
| Irrigação | **0.539** | -0.404 | 0.119 | 0.468 |
| Adubação | **0.717** | 0.412 | 0.179 | 0.716 |
| Sal mineral | **0.928** | 0.238 | -0.086 | 0.924 |
| Inseminação Artificial | 0.606 | **0.634** | 0.226 | 0.820 |
| Transferência de embriões | 0.316 | **0.590** | 0.436 | 0.639 |
| Ordenhadeira | 0.476 | **0.716** | -0.185 | 0.774 |
| Tanques de resfriamento do leite | 0.332 | **0.560** | -0.033 | 0.425 |
| Uso de silagens | 0.193 | **0.646** | -0.594 | 0.807 |
| Orientação técnica | 0.200 | **0.838** | 0.144 | 0.763 |
| Integração com o mercado | 0.160 | **0.476** | 0.018 | 0.253 |
| Rebanho de leite | 0.489 | 0.335 | **0.708** | 0.853 |
| Vacas em lactação | 0.182 | 0.044 | **-0.864** | 0.781 |
| Raiz característica | 7,133 | 2,032 | 1,814 | |
| Variância explicada | 0,362 | 0,237 | 0,133 | |
| Variância acumulada | 0,362 | 0,599 | 0,732 | |

Notas: 1) Teste de esfericidade de Bartlett = 1.142 (p<0,000) e KMO = 0,7892. 2) Valores assinalados representam os fatores de maior peso para cada variável. Fonte: Resultado da pesquisa.

Na Figura 1 pode-se observar a distribuição espacial dos agrupamentos formados. Nota-se que nas regiões do Triângulo Mineiro e Centro-oeste predominam sistemas de alta tecnologia, assim como as microrregiões próximas a Zona da Mata Mineira e a Microrregião de Nanuque. As microrregiões localizadas no Centro-sul, Leste e algumas da região Norte apresentaram valores intermediários de desenvolvimento tecnologico. Por fim, predominantemente as regiões de baixa tecnologia se localizam na região Norte do Estado com algumas observações na Zona da Mata e Leste como: Viçosa, Caratinga e Manhuaçú.

O último Censo Agropecuário realizado no Brasil foi em 2006, portanto, dada esta defasagem temporal, é possível que o perfil tecnológico das microrregiões tenha se modificado. Para verificar a validade desta hipótese e checar se os resultados encontrados são consistentes com a realidade atual, foi feita uma análise comparativa dos dados das microrregiões agrupadas nos *clusters* no ano de 2006 e 2013 utilizando dados da Pesquisa Pecuária Municipal (PPM) também do IBGE.

Os dados comparativos apresentados no Quadro 1 sustentam a divisão dos agrupamentos encontrados pela análise fatorial, ou seja, os níveis tecnológicos obtidos em 2006 ainda coerentes com os valores das produtividades médias observadas na PPM atualmente. É importante destacar que as produtividades dos *clusters* 3 e 4 para o ano de 2006 foram muito próximas, entretanto, para 2013 observa-se que o cluster de maior nível tecnológico (4) obteve um maior crescimento da produtividade.

É possível observar ainda que, todos os *clusters* apresentaram crescimento da produção de leite, entretanto, esse ao crescimento foi em grande parte sustentado pelo aumento do rebanho nas microrregiões.

*Revista Agrarian*
ISSN: 1984-2538

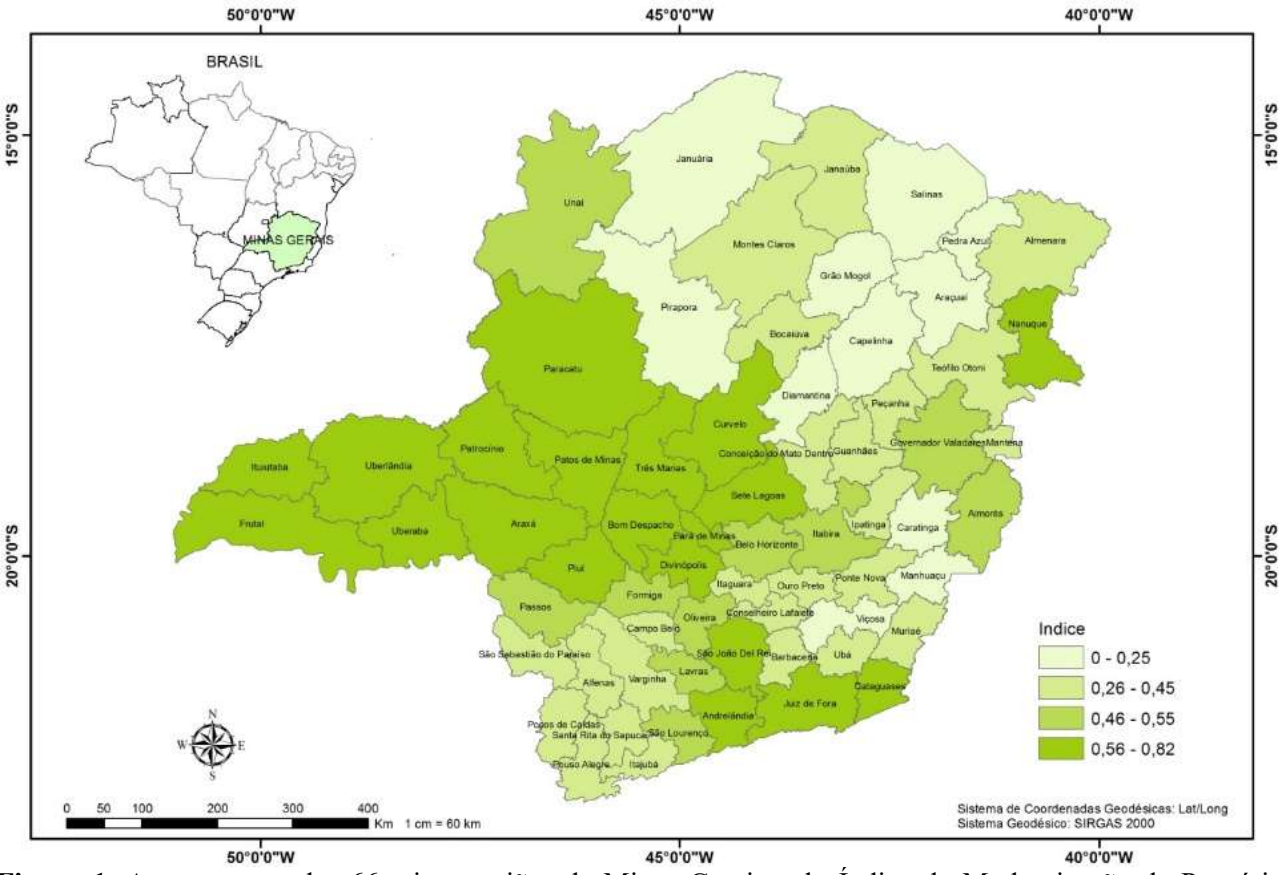



**Figura 1**. Agrupamento das 66 microrregiões de Minas Gerais pelo Índice de Modernização da Pecuária Leiteira em quatro clusters.
Fonte: Resultado da pesquisa, elaborado pelo autor.

**Quadro 1.** Produção de leite, vacas ordenhadas e produtividade das vacas nos clusters compostos pelas microrregiões nos anos de 2006 e 2013.

| | **Produção (mil litros)** | | | **Vacas (cabeças)** | | | **Produtividade (litro/vaca/ano)** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **2006** | **2013** | **Var(%)** | **2006** | **2013** | **Var(%)** | **2006** | **2013** | **Var(%)** |
| Cluster 1 | 409.319 | 596.175 | 45,7 | 427.969 | 563.808 | 31,7 | 956 | 1.057 | 10,6 |
| Cluster 2 | 1.725.511 | 2.241.589 | 29,9 | 1.367.979 | 1.698.090 | 24,1 | 1.261 | 1.320 | 4,7 |
| Cluster 3 | 1.203.360 | 1.571.069 | 30,6 | 724.451 | 890.759 | 23,0 | 1.661 | 1.764 | 6,2 |
| Cluster 4 | 3.755.920 | 4.900.333 | 30,5 | 2.284.991 | 2.698.080 | 18,1 | 1.644 | 1.816 | 10,5 |
| Total | 7.094.110 | 9.309.166 | 31,2 | 4.805.390 | 5.850.737 | 21,8 | 1.476 | 1.591 | 7,8 |

Fonte: Pesquisa Pecuária Municipal, elaborada pelo autor.

No Quadro 2, os mesmos indicadores são apresentados porém, de forma relativa. É possível inferir que as proporções da produção e do número de vacas ordenhadas praticamente se mantiveram estáveis no período analisado. Da mesma forma, os dados ajudam a corroborar com a manutenção dos *clusters* ao longo do período analisado independente da defasagem de tempo dos dados utilizados no cálculo dos fatores e da formação do agrupamento.

*Revista Agrarian*
ISSN: 1984-2538

**Quadro 2**. Participação percentual da produção de leite, vacas ordenhadas e produtividade das vacas nos clusters compostos pelas microrregiões nos anos de 2006 e 2013.

| | Produção (%) | | | Vacas (%) | | | Produtividade (%)* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **2006** | **2013** | **Var(p.p.)** | **2006** | **2013** | **Var(p.p.)** | **2006** | **2013** | **Var(p.p.)** |
| Cluster 1 | 5,8 | 6,4 | 0,6 | 8,9 | 9,6 | 0,7 | 64,8 | 66,5 | 1,67 |
| Cluster 2 | 24,3 | 24,1 | -0,2 | 28,5 | 29,0 | 0,6 | 85,4 | 83,0 | -2,48 |
| Cluster 3 | 17,0 | 16,9 | -0,1 | 15,1 | 15,2 | 0,1 | 112,5 | 110,8 | -1,67 |
| Cluster 4 | 52,9 | 52,6 | -0,3 | 47,6 | 46,1 | -1,4 | 111,3 | 114,1 | 2,81 |
| Total | 100 | 100 | | 100 | 100 | | 100 | 100 | |

*Refere-se a proporção da produtividade de cada cluster sobre a produtividade média dos clusters
Fonte: Pesquisa Pecuária Municipal, elaborada pelo autor.

**Conclusão**

A análise fatorial permitiu elaborar três fatores explicativos do nível tecnológico e da escala de produção de leite nas microrregiões de Minas Gerais. Foram coletadas 15 variáveis do

Censo Agropecuário que foram agrupadas de forma a constituir os fatores: *Tecnologias de pastejo e controle sanitário* ($F_1$)*, Tecnologias de qualidade e reprodução* ($F_2$) e *Escala de produção* ($F_3$), que juntos representaram 73% da variância total dos dados.

O índice de modernização da pecuária leiteira *IMPL* construído a partir da média ponderada dos fatores $F_1$ e $F_2$ foi utilizado para fazer a hierarquização das microrregiões e o respectivo agrupamento em quatro *clusters* de tecnologia. Esta informação possibilitou a apresentação espacial da distribuição das microrregiões e a identificação daquelas com maior progresso técnico na produção de leite.

O *cluster* de maior desenvolvimento está localizado na região Centro-oeste do estado no Triângulo mineiro, em algumas microrregiões da Zona da Mata Mineira e na microrregião de Nanuque. A região do Norte de Minas apresentou a maior concentração de microrregiões menos tecnificadas enquanto que as regiões Central e Sul apresentaram níveis intermediários de tecnificação.

A análise dos dados oficiais mais recentes da pecuária leiteira permite inferir que o agrupamento das microrregiões realizados com base nas informações do Censo Agropecuário de 2006 está coerente com a realidade atual e pode ser utilizada para nortear políticas públicas e estratégias empresariais para o setor lácteo mineiro.

**Referências**

BELIK, W. A Heterogeneidade e suas Implicaçõeses para as Políticas Públicas no Rural Brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 53, p. 9–30, 2015.

CARVALHO, B. H. P.; ROSADO, P. L.; SHIKI, S.F.N.; CRUZ, A.C. **Integração intra e inter-mercado: o caso dos preços do leite e derivados no Brasil** Anais do XLI Encontro Nacional de Economia. **Anais**...ANPEC - Associação Nacional dos Centros de Pósgraduação em Economia, 2014

FERNANDES, R. A. S.; BRAGA, M. J.; LIMA, J. E. DE. Elasticidade de transmissão e formação espacial de preços de leite ao produtor nos maiores estados produtores. **Revista de Economia e Administração**, v. 9, n. 3, p. 368–385, 2010.

FERREIRA JÚNIOR, S.; BAPTISTA, A. J. M. S.; LIMA, J. E. DE. A modernização agropecuária nas microrregiões do Estado de Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 42, n. 1, p. 73–89, jan. 2004.

GOMES, A. L.; FERREIRA FILHO, J. B. DE S. Economias de escala na produção de leite: uma análise dos estados de Rondônia, Tocantins e Rio de Janeiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 45, n. 3, p. 591–619, set. 2007.

GOMES, S. T. **Diagnóstico da pecuária leiteira do estado de Minas Gerais em 2005**. Belo Horizonte: SEBRAE-MG, OCEMG e SENAR-AR/MG, 2006.

HOFFMANN, R. **A dinâmica da modernização da agricultura em 157 microrregiões homogêneas do BrasilRevista de economia e sociologia rural**: Revista de economia e sociologia rural. - ISSN 0103-2003, ZDB-ID 10370146. - Vol. 30.1992, 4, p. 271-290., 1992.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Pecuária Municipal**, 2013. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 23 mar. 2015

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário** 2006. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 23 mar. 2015

LOPES, P. F.; REIS, R. P.; YAMAGUCHI, L. C. T. Custos e escala de produção na pecuária leiteira: estudo nos principais estados produtores do Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 45, n. 3, p. 567–590, set. 2007.

MINGOTI, S. A. **Análise de Dados Através de Métodos de Estatística Multivariada – Uma Abordagem Aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

SANTOS, M. A. S. DOS; SANTANA, A. C. DE; RAIOL, L. C. B. **Fatores determinantes da modernização da pecuária leiteira na Amazônia**1o. Simpósio de Cadeias Produtivas e Desenvolvimento Sustentável na Amazônia. **Anais**...Manaus: 2011

SANTOS, M. A. S., Santana, A. C.; RAIOL, L.C.B.; LOURENÇO JUNIOR, J.B. Fatores Tecnológicos de Modernização da Pecuária Leiteira no Estado do Tocantins. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 7, n. 3, p. 591–612, 8 jan. 2014.

SANTOS, M. A. S.; SANTANA, A. C.; RAIOL, L. C. B. Índice de modernização da pecuária leiteira no estado de Rondônia: determinantes e hierarquização. **Perspectiva Econômica**, v. 7, n. 2, p. 93–106, 22 jan. 2012.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; SANTOS, G. R. DOS. Heterogeneidade no setor agropecuário brasileiro: contraste tecnológico. **Radar : tecnologia, produção e comércio exterior**, v. 14, p. 15–20, 2011.