



THIAGO EMMANUEL DE ALMEIDA

**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DOS ÍNDICES
PRODUTIVOS DA BOVINOCULTURA DE CORTE ENTRE OS
BIOMAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

**LAVRAS-MG
2024**

THIAGO EMMANUEL DE ALMEIDA

**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DOS ÍNDICES PRODUTIVOS DA
BOVINOCULTURA DE CORTE ENTRE OS BIOMAS DO ESTADO DE MINAS
GERAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Produção Animal / Convênio Específico – IABS, para a obtenção do título de Mestre em Nutrição e Produção Animal.

Prof. Dsc. Mateus Pies Gionbelli
Orientador

**LAVRAS – MG
2024**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA,
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Almeida, Thiago Emmanuel de.

Avaliação de desempenho dos índices produtivos da
bovinocultura de corte entre os biomas do estado de Minas
Gerais / Thiago Emmanuel de Almeida. – 2024.

51 p. : il.

Orientador: Mateus Pies Gionbelli.

Dissertação (Mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2024.

Bibliografia.

1. Bioma. 2. Índices produtivos. 3. Sistema de produção.
I. Gionbelli, Mateus Pies. II. Título.

THIAGO EMMANUEL DE ALMEIDA

**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DOS ÍNDICES PRODUTIVOS DA
BOVINOCULTURA DE CORTE ENTRE OS BIOMAS DO ESTADO DE MINAS
GERAIS**

**PERFORMANCE EVALUATION OF BEEF CATTLE PRODUCTION INDICES
BETWEEN THE BIOMES OF THE STATE OF MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Produção Animal / Convênio Específico – IABS, para a obtenção do título de Mestre em Nutrição e Produção Animal.

APROVADO em 15 de agosto de 2024.

Prof. Dr. Herlon Meneguelli Alhadas UFLA

Prof. Dr. Kleso Silva Franco Junior CESEP

Prof. Dsc. Mateus Pies Gionbelli
Orientador

**LAVRAS – MG
2024**

AGRADECIMENTOS

A Deus, o criador deste universo agradeço pela vida, paz e saúde e também pelo privilégio de poder estudar sua criação, onde percebo sua poderosa manifestação.

A minha mãe Maria Auxiliadora, pelos valores transmitidos, que apesar das dificuldades não mediu esforços para criar honestamente seus filhos com tanto amor e carinho. Não podia esquecer de agradecer-lhe por tantas noites em claro orando para que eu pudesse vencer esta etapa.

Aos meus irmãos Leonardo e Raul, pelo companheirismo e pelas orações em meu favor.

A minha esposa Cristina por sempre estar ao meu lado tornando os meus dias leves, pelo auxílio nas decisões importantes e por me ajudar a transpor os desafios pessoais e profissionais.

A minha filha Lais, fonte de inspiração e ânimo para o restante dos meus dias aqui nesta terra.

Ao Vovó João (*in memoriam*) e a vovô Nina (*in memoriam*) agradeço por terem me ensinado a gostar da vida no campo.

Ao engenheiro agrônomo Bernardino Cangussu, agradeço pelo companheirismo profissional e pela amizade, pelo excelente caráter e ótimos aconselhamentos.

Aos engenheiros agrônomos Sérgio Regina e Péricles pela camaradagem e pelo bom convívio estudantil e profissional.

A EMATER-MG e sua diretoria executiva pela acolhida e oportunidade de crescimento profissional e também pela cessão dos dados analisados neste projeto.

Ao professor Dr. Mateus Pies Gionbelli, pela orientação e pelos ensinamentos transmitidos.

Ao Dr. Herlon M. Malhadas e ao Dr. Kleso Franco Júnior por terem aceitado o convite de participar da banca de defesa.

Ao Dr. Nicola pela colaboração nas análises estatísticas.

Agradeço ao Projeto Rural Sustentável - Cerrado, que em parceria com a Universidade Federal de Lavras - UFLA, viabilizou este curso de Mestrado Profissional.

A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a minha formação pessoal e profissional.

RESUMO

O estado de Minas Gerais possui o quarto maior rebanho bovino do Brasil. Segundo o IBGE, em 2022 o estado apresentou crescimento de 0,6% em relação ao ano de 2021, chegando a 23 milhões de cabeças. O cenário apresentado demonstra que o acompanhamento da produção de bovinos é fator importante para o planejamento de agentes públicos e privados, uma vez que cada bioma apresenta desafios e oportunidades específicas, que devem ser considerados no planejamento e condução da produção de carne bovina. Assim sendo, por meio de técnicas de análise de dados, o presente estudo buscou avaliar o desempenho dos índices produtivos da bovinocultura de corte extensiva e intensiva entre os biomas presentes no estado de Minas Gerais, além de tornar público a média dos últimos cinco anos de produção, produtividade, rebanho, número de agricultores familiares e não familiares na atividade. Os dados utilizados neste estudo, são oriundos do acompanhamento da produção de bovinos de corte realizado pela Emater-MG entre os anos de 2019 a 2023. Após análise estatística, verificou-se que os índices produtivos são diferentes entre os biomas do estado de Minas Gerais, e não existe correlação entre um maior número de indivíduos na atividade com uma maior produção total e produtividade média, pois em comparação aos biomas cerrado e mata atlântica o bioma da caatinga apesar de possuir maior rebanho e maior número de agricultores na atividade, apresenta o menor desempenho tanto na produtividade média quanto produção total. Diante do exposto, é necessário que as entidades de pesquisa pública e privada juntamente com a assistência técnica e extensão rural tenham ações direcionadas para cada bioma em específico, respeitando suas potencialidades e principalmente suas características socioeconômicas e edafoclimáticas.

Palavras-chave: bioma; índices produtivos; sistema de produção e pecuária de corte.

ABSTRACT

The state of Minas Gerais has the fourth largest cattle herd in Brazil. According to the IBGE, in 2022 the state grew by 0.6% compared to 2021, reaching 23 million head. This scenario shows that monitoring cattle production is an important factor for planning by public and private agents, since each biome presents specific challenges and opportunities that must be taken into account when planning and managing beef production. Therefore, using data analysis techniques, this study sought to evaluate the performance of the production indexes of extensive and intensive beef cattle farming among the biomes present in the state of Minas Gerais, in addition to making public the average of the last five years of production, productivity, herd, number of family and non-family farmers in the activity. The data used in this study comes from the monitoring of beef cattle production carried out by Emater-MG between 2019 and 2023. After statistical analysis, it was found that the production indices are different between the biomes of the state of Minas Gerais, and there is no correlation between a greater number of individuals in the activity with greater total production and average productivity, because compared to the cerrado and Atlantic forest biomes, the caatinga biome, despite having the largest herd and the greatest number of farmers in the activity, shows the lowest performance in both average productivity and total production. In view of the above, it is necessary for public and private research bodies, together with technical assistance and rural extension, to take targeted action for each specific biome, respecting its potential and, above all, its socio-economic and soil and climate characteristics.

Keywords: biome; production indexes; production system and beef cattle farming.

INDICADORES DE IMPACTO

O presente estudo demonstrou que os índices produtivos da bovinocultura de corte em Minas Gerais são significativamente influenciados pelas características dos biomas evidenciando a necessidade de abordagens específicas para cada bioma no desenvolvimento da bovinocultura de corte em Minas Gerais. A compreensão dessas diferenças é fundamental para o desenvolvimento de estratégias eficazes de produção, além de políticas públicas que sejam adaptadas às particularidades de cada região, considerando não apenas os aspectos produtivos, mas também os sociais e ambientais. Para o Bioma Cerrado, por exemplo, o foco deve ser na intensificação sustentável, aproveitando o potencial produtivo deste bioma através de técnicas como a Integração Lavoura Pecuária - ILP e o manejo rotacionado de pastagens. No Bioma Caatinga, é crucial desenvolver estratégias de convivência com a seca, como a implementação de sistemas de captação e armazenamento de água, além do uso de forrageiras adaptadas às condições locais. Já no Bioma Mata Atlântica, o desafio é equilibrar a intensificação da produção com a preservação dos remanescentes florestais, incentivando práticas que aumentem a produtividade nas áreas já abertas. Por fim, podemos ressaltar que a chave para o desenvolvimento da bovinocultura de corte em Minas Gerais está na adoção de uma abordagem que respeite as particularidades de cada bioma, promova a sustentabilidade ambiental e econômica, e valorize o conhecimento local dos produtores. Futuros estudos devem focar na avaliação de práticas adaptadas a cada bioma e no desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade que possam guiar a tomada de decisão tanto a nível de propriedade quanto de estado.

IMPACT INDICATORS

This study demonstrated that biome characteristics significantly influence the production rates of beef cattle farming in Minas Gerais, highlighting the need for specific approaches for each biome to develop beef cattle farming in Minas Gerais. Understanding these differences is essential for effective production strategies and public policies adapted to the specificities of each region, considering not only the productive but also social and environmental aspects. For example, the focus of the Cerrado biome should be on sustainable intensification, taking advantage of the productive potential of this biome through techniques such as Crop-Livestock Integration - CLI and rotational pasture management. The Caatinga biome requires strategies that address drought, such as the implementation of water collection and storage systems and the use of forages adapted to local conditions. The challenge in the Atlantic Forest biome is to balance the intensification of production with the preservation of remaining forests, encouraging practices that increase productivity in areas that have already been cleared. We can emphasize that the key to developing beef cattle farming in Minas Gerais lies in adopting an approach that respects the specificities of each biome, promotes environmental and economic sustainability, and values the local knowledge of producers. Future studies should focus on evaluating practices adapted to each biome and developing sustainability indicators that guide decision-making at the property and state levels

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa da distribuição geográfica dos biomas presentes no estado de Minas Gerais.....	20
Figura 2 – Mapa de degradação das pastagens do estado de Minas Gerais.....	22
Figura 3 – Índice produtivo de Af_bov (número de agricultor familiar na atividade de bovinocultura de corte extensiva) em função do Bioma. Barras com a mesma letra representam falta de diferença estatística ($P<0,05$). Barras de erros representam os erros-padrões.	34
Figura 4 – Índice produtivo de Af_conf (número de agricultor familiar na atividade de bovinocultura de corte intensiva) em função do Bioma. Barras com a mesma letra representam falta de diferença estatística ($P<0,05$). Barras de erros representam os erros-padrões.	34
Figura 5 – Índice produtivo de Anf_bov (número de agricultor não familiar na atividade de bovinocultura de corte extensiva) em função do Bioma. Barras com a mesma letra representam falta de diferença estatística ($P<0,05$). Barras de erros representam os erros-padrões.	35
Figura 6 – Índice produtivo de Anf_conf (número de agricultor não familiar na atividade de bovinocultura de corte intensiva) em função do Bioma. Barras com a mesma letra representam falta de diferença estatística ($P<0,05$). Barras de erros representam os erros-padrões.	35
Figura 7 – Índice produtivo de Prod_af_bov (Produção da agricultura familiar em bovinocultura de corte extensiva) em função do Bioma. Barras com a mesma letra representam falta de diferença estatística ($P<0,05$). Barras de erros representam os erros-padrões.	35
Figura 8 – Índice produtivo de Prod_af_conf (Produção da agricultura familiar em bovinocultura de corte intensiva) em função do Bioma. Barras com a mesma letra representam falta de diferença estatística ($P<0,05$). Barras de erros representam os erros-padrões.	35
Figura 9 – Índice produtivo de Prod_conf (Produção total da bovinocultura de corte intensiva) em função do Bioma. Barras com a mesma letra representam falta de diferença estatística ($P<0,05$). Barras de erros representam os erros-padrões.....	36

Figura 10 – Índice produtivo de Prod_bov (Produção total da bovinocultura de corte extensiva) em função do Bioma. Barras com a mesma letra representam falta de diferença estatística ($P < 0,05$). Barras de erros representam os erros-padrões.	36
Figura 11 – Índice produtivo de Prodv_conf (Produtividade média em bovinocultura de corte intensiva) em função do Bioma. Barras com a mesma letra representam falta de diferença estatística ($P < 0,05$). Barras de erros representam os erros-padrões.	37
Figura 12 – Índice produtivo de Prodv_bov (Produtividade média em bovinocultura de corte extensiva) em função do Bioma. Barras com a mesma letra representam falta de diferença estatística ($P < 0,05$). Barras de erros representam os erros-padrões.	37
Figura 13 – Índice produtivo de Reb_bov (Produtividade média em bovinocultura de corte extensiva) em função do Bioma. Barras com a mesma letra representam falta de diferença estatística ($P < 0,05$). Barras de erros representam os erros-padrões.	38
Figura 14 – Índice produtivo de Reb_conf (Produtividade média em bovinocultura de corte extensiva) em função do Bioma. Barras com a mesma letra representam falta de diferença estatística ($P < 0,05$). Barras de erros representam os erros-padrões.	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Percentual de área pastagens por classe de degradação no Estado e nas mesorregiões com predomínio do bioma Cerrado.....	24
Tabela 2 – Percentual de área pastagens por classe de degradação no Estado e nas mesorregiões com predomínio do bioma Mata Atlântica.....	25
Tabela 3 – Percentual de área pastagens por classe de degradação no Estado e na mesorregião onde ocorre o bioma Caatinga.	26
Tabela 4 – Correlações ¹ entre sistemas de produção e índices produtivos ²	39
Tabela 5 – Resultado de Af ² e Anf ³ sobre os índices produtivos ¹	40

ANEXOS

Tabela 1 – Índices Produtivos ¹ de Bovinocultura de Corte Extensiva.....	49
Tabela 2 – Índices Produtivos ¹ de Bovinocultura de Corte Intensiva.	50
Tabela 3 – Índices Produtivos ¹ Totais.	51

LISTA DE ABREVIATURAS

Af_bov	número de agricultor familiar na atividade de bovinocultura de corte extensiva.
Af_conf	número de agricultor familiar na atividade de bovinocultura de corte intensiva.
Anf_bov	número de agricultor não familiar na atividade de bovinocultura de corte extensiva.
Anf_conf	número de agricultor não familiar na atividade de bovinocultura de corte intensiva.
Prod_af_conf	Produção da agricultura familiar em bovinocultura de corte intensiva.
Prod_af_bov	Produção da agricultura familiar em bovinocultura de corte extensiva.
Prod_bov	Produção total da bovinocultura de corte extensiva.
Prod_conf	Produção total da bovinocultura de corte intensiva.
Prodv_bov	Produtividade média em bovinocultura de corte extensiva.
Prodv_conf	Produtividade média em bovinocultura de corte intensiva.
Reb_bov	Produtividade média em bovinocultura de corte extensiva.
Reb_conf	Produtividade média em bovinocultura de corte extensiva.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	17
2.1	Objetivo geral	17
2.2	Objetivos específicos	17
3	HIPÓTESES	18
4	REFERENCIAL TEÓRICO	19
4.1	Biomias presentes no estado de minas gerais e suas características	19
4.1.1	Bioma Cerrado e suas características	20
4.1.2	Bioma Mata Atlântica e suas características	21
4.1.3	Bioma Caatinga e suas características	21
4.2	Nível de degradação das pastagens do estado de Minas Gerais	22
4.3	Características das pastagens por bioma	22
4.3.1	Características de uso e manejo das pastagens do bioma cerrado	23
4.3.2	Características de uso e manejo das pastagens do bioma Mata Atlântica	24
4.3.3	Características de uso e manejo das pastagens do bioma Caatinga	25
4.4	Sistema extensivo e intensivo na criação de bovinos de corte	26
4.4.1	Sistema extensivo	26
4.4.2	Sistema intensivo	27
5	AMBIENTE PARA CRIAÇÃO DE BOVINOS	28
6	MATERIAL E MÉTODOS	30
6.1	Índices produtivos da bovinocultura de corte extensiva e intensiva	30
6.2	Métodos para coleta e lançamento de dados do sistema safra pecuária	30
7	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	32
7.1	Impacto do bioma	32
7.2	Impacto do número de famílias trabalhando na atividade	32
7.3	Correlações	32
8	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
8.1	Análise de variância	34
8.2	Correlação de índices produtivos entre os sistemas de produção	38
8.3	Correlação de índices produtivos no sistema de produção extensivo	39
8.4	Correlação de índices produtivos no sistema de produção intensivo	39
8.5	Efeito de agricultores sobre os índices produtivos	40
9	CONCLUSÃO	42
10	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
	REFERÊNCIAS	44
	ANEXO A - Valor de P e médias da bovinocultura de corte extensiva	49
	ANEXO B - Valor de P e médias da bovinocultura de corte intensiva	50
	ANEXO C -Valor de P e médias totais	51

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o balanço do agronegócio de Minas Gerais realizado pela Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento em 2023, o estado possui o quarto maior rebanho bovino do Brasil (Minas Gerais, 2024). Conforme o balanço, o estado apresentou crescimento de rebanho em 0,6% em relação ao ano de 2021, chegando a 23,0 milhões de cabeças. O número de animais abatidos em 2022 somou 3,1 milhões de cabeças e 786,5 mil toneladas, com crescimento de 8,7% e 6,8%, respectivamente, comparado a 2021.

O cenário apresentado mostra que o acompanhamento da produção de bovinos de corte é fator importante para o planejamento de ações dos agentes públicos e privados envolvidos nesse segmento.

As dimensões continentais do Brasil também resultam em grande diversidade climática e ecológica caracterizando os biomas, tornando o conhecimento das peculiaridades regionais essencial para alinhar as práticas produtivas visando a sustentabilidade (Dick *et al.*, 2021). A definição do significado da palavra Bioma é complexa. De forma bem resumida, para a classificação de um bioma, são levados em consideração além da aparência geral da vegetação, todas as formas de vida nele inseridos e seus ritmos de crescimento e reprodução (Batalha, 2011).

Portanto, ao longo do presente trabalho veremos que cada bioma apresenta desafios e oportunidades específicas, que devem ser considerados no planejamento e condução da produção de carne bovina.

Segundo Lapola *et al.* (2014) é preciso compreender os padrões tecnológicos e regionais, no intuito de assessorar o planejamento de políticas públicas de desenvolvimento regional, inclusive em regiões tradicionalmente desfavorecidas.

A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (Food and Agriculture Organization - FAO, 2006), considera que a pecuária pode causar uma série de impactos ambientais negativos, tais como: degradação de pastagens, poluição dos recursos hídricos, destruição de ecossistemas ambientais e emissão de gases de efeito estufa, com magnitude variável. Estes fatores têm uma conexão ao tipo de tecnologia adotada e à forma com que o processo produtivo é explorado. Assim, o sistema de produção pode minimizar ou maximizar esses efeitos, dependendo do manejo adotado.

Por exemplo, em regiões com clima mais seco, como os biomas da Caatinga e Cerrado, a produtividade pode ser afetada pela má distribuição hídrica de água e de pasto de qualidade, o que pode levar a uma redução no peso e na taxa de crescimento dos animais.

Oliveira Filho (2006) realizou o mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais, cerca de 32,9% do território de Minas Gerais são de áreas de remanescentes da cobertura vegetal nativa, divididos entre os biomas: cerrado 20,5%; mata atlântica 9,5% e caatinga 2,9%.

As influências climáticas afetam diretamente o pasto nativo das regiões semiáridas, promovendo dificuldades para a manutenção do rebanho, principalmente para o pequeno produtor (Silva *et al.*, 2010; Sirohi; Michaelowa, 2007). As regiões tropicais têm problemas a serem estudados e superados com pesquisas que propiciem soluções adequadas para uma perfeita interação animal-ambiente, com vistas à maior produtividade (Faria, 1999).

Nas regiões pecuárias caracterizadas por baixos índices zootécnicos, melhorias produtivas possibilitam reflexos positivos em espaços curtos de tempo e com baixo investimento, dada a estreita relação entre produtividade e o ambiente dos sistemas de produção (Garnett *et al.*, 2013).

De acordo com Albuquerque (2020), do ponto de vista produtivo, a fisiologia reprodutiva dos bovinos é afetada pelas condições ambientais, além dos fatores genéticos e sanitários, onde é fundamental que os produtores tenham acesso as informações do impacto ambiental sobre a produção e a reprodução, assim como sobre as estratégias que podem ser adotadas para aumentar eficiência produtiva dos rebanhos.

Barbosa (2008) em um estudo sobre a avaliação técnica e econômica da bovinocultura de corte em propriedades nos estados de Minas Gerais e Bahia no período entre 2000 e 2006, mostrou que os fatores relacionados ao sistema de criação, escala, ano, localização e capacidade gerencial influenciam a rentabilidade da atividade.

Diante deste contexto, o presente trabalho irá reunir dados da produção de bovinos de corte e correlacionar se o bioma em que a produção é realizada influencia no desempenho de índices produtivos.

Esta pesquisa foi desenvolvida no âmbito do Mestrado Profissional do Projeto Rural Sustentável - Cerrado (PRS - Cerrado), em parceria com a Universidade Federal de Lavras - UFLA. O Projeto Rural

Sustentável - Cerrado é financiado pela Cooperação Técnica aprovada pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), com recursos do Financiamento Internacional do

Clima do Governo do Reino Unido, tendo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) como beneficiário institucional. O Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS) é o responsável pela execução e administração do projeto, e a Embrapa, responsável pela coordenação científica, com apoio da Rede ILPF.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliação dos índices produtivos da bovinocultura de corte extensiva e intensiva nos biomas do estado de Minas Gerais

2.2 Objetivos específicos

- a) Elaboração de boletim público contendo as médias de produção, produtividade, rebanho, percentual de produção da agricultura familiar e o número de agricultores familiares e não familiares referentes aos últimos 05 cinco anos da bovinocultura de corte extensiva e intensiva do estado de Minas Gerais;
- b) Disponibilizar um material técnico que poderá servir de base para tomadas de decisões de novas pesquisas ou estratégias de ação de ATER.

3 HIPÓTESES

- a) As médias de produtividade e produção total são influenciadas pelo número de pecuaristas (familiares e não familiares) explorando a cadeia;
- b) Os índices produtivos sofrem variação em função do bioma.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

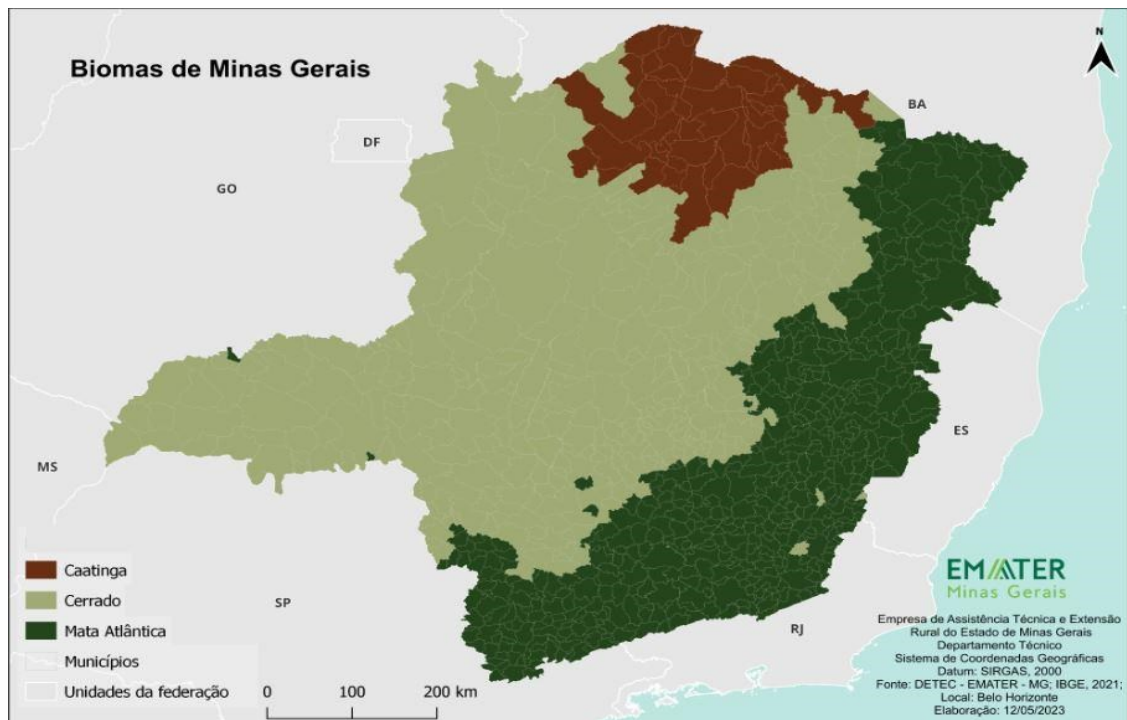
4.1 Biomas presentes no estado de minas gerais e suas características

Antes de mais nada é importante definirmos o conceito Bioma, que de acordo com o dicionário da língua portuguesa, a palavra derivada do grego bio = vida e oma = sufixo que pressupõe generalização de grupo ou conjunto.

Para o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024) o bioma deve ser entendido como a unidade biótica de maior extensão geográfica, compreendendo várias comunidades em diferentes estágios de evolução, porém denominada de acordo com o tipo de vegetação dominante. Como resultado conceitua-se bioma como um conjunto de vida (vegetal e animal) constituído pelo agrupamento de tipos de vegetação contíguos e identificáveis em escala com condições geoclimáticas similares.

De acordo com Instituto estadual de Florestas de Minas Gerais (Minas Gerais, 2023), as diferentes formas de relevo em Minas Gerais, somadas às especificidades de solo e clima, propiciaram paisagens muito variadas, recobertas por vegetações características, adaptadas a cada um dos inúmeros ambientes particulares inseridos no domínio de três biomas brasileiros: o Cerrado, a Mata Atlântica e a Caatinga. Conforme o instituto, o domínio do Cerrado, localizado na porção centro-ocidental, ocupa cerca de 54% da extensão territorial do Estado. O domínio da Mata Atlântica, localizado na porção oriental, ocupa cerca de 40% da área do Estado e o domínio da caatinga, restrito ao norte do Estado, ocupa cerca de 6% do território mineiro conforme observado no mapa abaixo.

Figura 1 – Mapa da distribuição geográfica dos biomas presentes no estado de Minas Gerais.



Fonte: IBGE (2023).

Segundo o Mapa da Flora Nativa e dos Reflorestamentos de Minas Gerais (estudo elaborado pelo Instituto Estadual de Florestas em parceria com a Universidade Federal de Lavras) em 2005, 33,8% do território de Minas Gerais mantinham cobertura vegetal nativa (Oliveira Filho, 2006). Esse percentual está assim dividido entre os principais biomas e suas principais tipologias: Cerrado: 19,94%; Campo: 6,60%; Campo cerrado: 2,56%; Cerrado Stricto Sensu: 9,48%; Cerradão: 0,61%; Veredas: 0,69%; Mata Atlântica: 10,33%; Campo Rupestre: 1,05% 93; Floresta Estacional Semidecidual: 8,90%; Floresta Ombrófila: 0,38%; Caatinga (Floresta Estacional Decidual): 3,48%.

4.1.1 Bioma Cerrado e suas características

Segundo o IEF (2023), o cerrado é o maior bioma do Estado (54%), ocorrendo especialmente nas bacias dos rios São Francisco e Jequitinhonha. Nesse bioma, as estações seca e chuvosa são bem definidas. A vegetação é composta por gramíneas, arbustos e árvores e se apresenta sob 5 tipologias diferentes de vegetação: Campo, Campo cerrado, Cerrado Stricto Sensu, Cerradão e Vereda.

A principal razão para os baixos índices era a baixa oferta natural de pastagens durante a época seca, a qual resulta num problema de sazonalidade: ganho de peso na época chuvosa e perda de peso na época seca. Além da baixa oferta de alimentos (baixa qualidade na forragem), contribuíam para essa situação as deficiências do manejo das pastagens e dos animais e a baixa rentabilidade do sistema.

Sano *et al.* (2008) identificaram que 80 milhões de hectares do Cerrado no país (39,5% do bioma) estão sob diferentes usos da terra. Dessa porcentagem, 26,5% foram classificadas como pastagens plantadas.

4.1.2 Bioma Mata Atlântica e suas características

Conforme o IEF (2023) a Mata Atlântica é o segundo maior bioma em Minas (40%). Hoje restrita a 10,3% de sua cobertura vegetal original. Em Minas Gerais, a Mata Atlântica é representada por formações de Campo Rupestre, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila. A parte mineira da Mata Atlântica, a chamada Região Leste do Estado, é composta pelas bacias dos rios Jequitinhonha, no extremo norte, Mucuri, Doce e Paraíba do Sul, no extremo sul, e delimitada a leste pelas fronteiras com a Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro e a oeste pela Serra do Espinhaço. A vegetação é densa e permanentemente verde, e é grande o índice pluviométrico nessas regiões.

Do ponto de vista físico-geográfico, não existe homogeneidade. Combinam-se, na sua extensão territorial, espaços íngremes e planos. A formação geográfica diversa complementa-se com a variedade da sua história cultural e social. Considerando a distribuição original da Mata Atlântica, a área de estudo é de ocupação relativamente recente. E, além disso, o desenvolvimento da região Leste de Minas Gerais foi também produto de contradições políticas e ideológicas. A área é carente de investimento, principalmente nas áreas de infraestrutura social e econômica. A maior parte dos municípios apresenta uma evasão populacional e uma média de IDH-M de 0,6 (Almeida *et al.*, 2004).

4.1.3 Bioma Caatinga e suas características

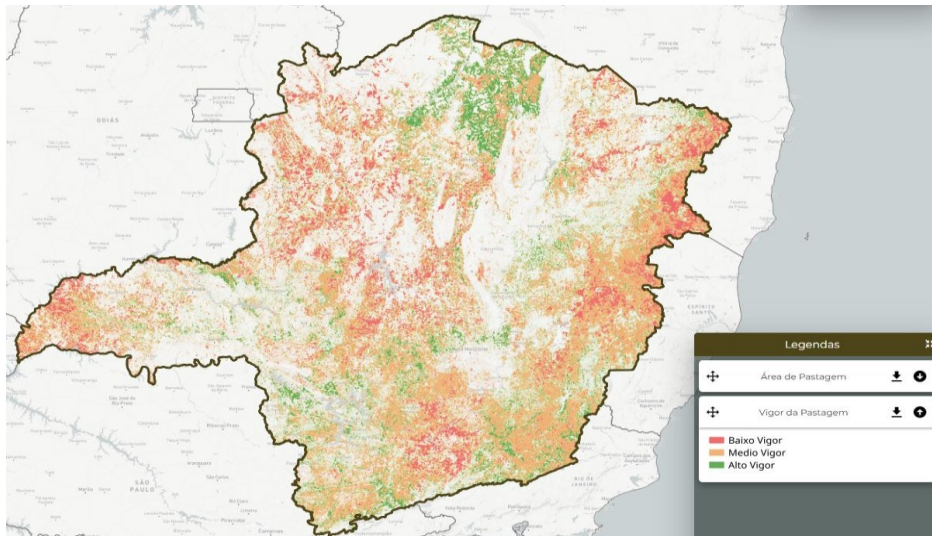
De acordo com o IEF (2023) a caatinga está localizada no Norte do Estado (6%). As formações vegetais desse bioma se caracterizam pela presença de plantas espinhosas, galhos secos e poucas folhas na estação seca. Contudo, no período de chuvas, a mata vegeta intensamente. A caatinga em Minas Gerais é representada pelos ecossistemas Caatinga arbórea,

arbustiva, hiperxerófita e carrascal. Esse bioma é carente de pesquisa científica para levantamento do seu potencial biótico. Pela sua baixa representatividade, também não há estudos regionais específicos sobre a ocupação e uso do território no domínio do bioma.

4.2 Nível de degradação das pastagens do estado de Minas Gerais

De acordo com o Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento – LAPIG, da Universidade Federal de Goiás (UFG, 2021) (Figura 2), Minas Gerais possui uma área de 58.652.526,681 hectares. Desta área 22.190.703,955 são de pastagens. E conforme o mapa coroplético representado na Figura 2, as pastagens do estado apresentam três níveis de degradação, ausente, intermediário e severo. Destes 5.435.923,863 hectares possuem ausência de degradação (cor verde). Com nível intermediário de degradação 10.659.728,463 hectares (cor rosa) e com nível severo de degradação 6.095.051,004 hectares (cor vermelha).

Figura 2 – Mapa de degradação das pastagens do estado de Minas Gerais.



Fonte: UFG (2021).

4.3 Características das pastagens de Minas Gerais por bioma

O Censo Agropecuário Brasileiro, de 2006 (IBGE, 2012), traz algumas referências importantes para entender o estado da arte das pastagens no Estado, apesar de sua defasagem e de, para algumas informações, certamente não refletir exatamente a realidade. O primeiro dado importante é a redução, ao longo dos anos, da área média de pastagem (ha) ocupada por cada cabeça bovina no país. Considerando os quatro últimos censos, essa área caiu no país de 1,48

ha (1980) para 1,1 ha (2006), queda de 25,7%. Para o estado de Minas, a partir de 1985 observa-se redução gradativa da área dos estabelecimentos agropecuários. Atingiu-se o máximo em 1980, de 46,36 milhões de hectares, chegando, em 2006, a 33,08 milhões de hectares, queda de 28,6%. A área total de pastagens seguiu o mesmo comportamento da área total dos estabelecimentos, destacando-se a reversão da predominância de pastagens naturais em relação às plantadas ao longo das pesquisas. Em 1970, as pastagens naturais representavam 87,5% da área total de pastagens. A maior área de pastagens foi observada em 1975, com 31,93 milhões de hectares. As pastagens ocupavam 55,1% da área total dos estabelecimentos agropecuários recenseados em 2006 no Estado.

4.3.1 Características de uso e manejo das pastagens do bioma cerrado

De acordo com o estudo realizado pelo Instituto Antônio Ernesto de Salvo – INAES acerca do estado da arte das pastagens em Minas Gerais (2015), a baixa fertilidade natural dos solos de cerrado associada ao uso limitado de fertilizantes e corretivos, na implantação ou para manutenção das pastagens são, certamente um dos principais fatores que explicam a baixa produção de forragens e a degradação das pastagens nas propriedades da região (Tabela 1).

O crescimento vegetal nessas áreas é limitado pela acidez elevada, níveis tóxicos de alumínio e manganês e baixa capacidade de fornecimento de nutrientes. Soma-se a questão da fertilidade o manejo inadequado das áreas de pastagem, principalmente no que tange à taxa de lotação e super pastejo. A adoção de taxas fixas de lotação animal ao longo do ano leva ao desequilíbrio entre suprimento e demanda de forragem. Mesmo definindo-se a taxa de lotação com base no período de menor oferta, observa-se frequentemente superpastejo no inverno e subpastejo no verão (Martha Júnior; Vilela, 2002).

Conforme o INAES (Minas Gerais, 2015) a forma e os eventos que moldaram o uso e ocupação da região de Cerrados ao longo dos vários séculos, do início da ocupação até as grandes intervenções públicas a partir da década de 1970, constituíram-se de processos lentos e gradativos, de baixo impacto sobre o bioma, baseado em explorações, principalmente pecuárias sobre pastagens naturais.

Tabela 1 – Percentual de área pastagens por classe de degradação no Estado e nas mesorregiões com predomínio do bioma Cerrado.

Mesorregião	¹ Não degradada	² Levemente degradada	³ Moderadamente degradada	⁴ Fortemente degradada
Minas Gerais	4,0	20,4	30,3	45,3
Campo das Vertentes	3,8	19,0	27,9	49,2
Central Mineira	1,7	11,2	23,5	63,6
Metropolitana	4,8	21,3	29,2	44,7
Noroeste	1,1	9,3	21,3	68,2
Norte de Minas	2,2	10,2	31,8	55,8
Oeste	3,1	16,5	27,6	52,7
Triângulo / Alto Paranaíba	3,4	17,6	25,8	53,2

Fonte: Minas Gerais (2015).

¹Não degradada: > 60 % de cobertura vegetal.

²Levemente degradada: entre 50 e 60% de cobertura vegetal.

³Moderadamente degradada: entre 40 e 50% de cobertura vegetal.

⁴Fortemente degradada: < 40 % de cobertura vegetal.

4.3.2 Características de uso e manejo das pastagens do bioma Mata Atlântica

Segundo o INAES (Minas Gerais, 2015) a pecuária é uma atividade amplamente disseminada no território de Mata Atlântica em Minas, convivendo em algumas áreas, como o Sul e Zona da Mata, com outras atividades de grande importância econômica, como o café. A pecuária leiteira tem maior relevância na metade sul da área, enquanto na porção norte, a pecuária de corte predomina. O Vale do Rio Doce é uma zona de transição, com relevância em ambas as atividades.

Segundo Hott *et al.* (2016), na Zona da Mata (MG) pastagens se estendem por cerca de 1,2 milhões de hectares, 32% das terras nessa mesorregião. Destas, aproximadamente 60% apresentam uma taxa de crescimento bastante reduzida, o que implica em baixa produtividade e sustentabilidade da pecuária. Esses problemas provavelmente estão associados às práticas de manejo ineficientes para as condições fisiográficas regionais (Rocha Junior *et al.*, 2017). Essas terras apresentam fertilidade natural relativamente alta e menor déficit hídrico nos períodos de seca (Schaefer, 2013).

Rocha Junior *et al.* (2017), relataram altas perdas de solo, água e nutrientes em pastagens de manejadas com uso do fogo e reconheceram que o manejo de pastagens cultivadas no bioma Mata Atlântica deve ser reformulado, os quais recomendam aplicação de práticas edáficas conservacionistas e correção da fertilidade dos solos como manejo adequado para essas pastagens. Turetta *et al.* (2016), estudando áreas na caatinga, cerrado e mata atlântica,

mostraram que o abandono dessas práticas é o critério de gestão de agroecossistemas de maior potencial no aumento na prestação de serviços ambientais pelo setor agropecuário.

Tabela 2 – Percentual de área pastagens por classe de degradação no Estado e nas mesorregiões com predomínio do bioma Mata Atlântica.

Mesorregião	¹ Não degradada	² Levemente degradada	³ Moderadamente degradada	⁴ Fortemente degradada
Minas Gerais	4,0	20,4	30,3	45,3
Sul / Sudoeste	6,6	32,9	45,9	14,6
Vale do Jequitinhonha	4,6	27,1	34,0	34,3
Vale do Mucuri	8,4	41,1	31,7	18,8
Vale do Rio Doce	3,4	22,7	33,0	40,9
Zona da Mata	5,6	23,1	28,8	42,5

Fonte: Minas Gerais (2015).

¹Não degradada: > 60 % de cobertura vegetal.

²Levemente degradada: entre 50 e 60% de cobertura vegetal.

³Moderadamente degradada: entre 40 e 50% de cobertura vegetal.

⁴Fortemente degradada: < 40 % de cobertura vegetal.

4.3.3 Características de uso e manejo das pastagens do bioma Caatinga

A pecuária nessas regiões semiáridas e áridas é praticada em pequena escala devido à escassez de chuvas, o que faz com que a maioria dos produtores rurais adote o sistema extensivo na vegetação nativa, refletindo em maior degradação das pastagens e instabilidade econômica, devido à maior necessidade de aquisição de grãos para a alimentação dos rebanhos (Ben Salem, 2010).

Segundo Gois *et al.* (2017), a vegetação nativa da Caatinga é rica em espécies forrageiras, formadas principalmente por plantas lenhosas de pequeno porte, cactáceas, bromeliáceas e xerófilas, resistentes ao clima seco, podendo compor até 70% da dieta de ruminantes.

Segundo Albuquerque (2004), A caatinga possui uma pastagem pobre e apresenta alta densidade de arbustos e árvores, que dificulta muitas operações de manejo animal. É a pastagem nativa mais densa do mundo, ou seja, a pastagem com maior densidade de árvores e arbustos. As folhas do estrato arbustivo-arbóreo começam a cair logo depois que as chuvas cessam e a caatinga tem estrato herbáceo com pouca disponibilidade de biomassa.

Tabela 3 – Percentual de área pastagens por classe de degradação no Estado e na mesorregião onde ocorre o bioma Caatinga.

Mesorregião	¹ Não degradada	² Levemente degradada	³ Moderadamente degradada	⁴ Fortemente degradada
Minas Gerais	4,0	20,4	30,3	45,3
Norte de Minas	2,2	10,2	31,8	55,8

Fonte: Minas Gerais (2015).

¹Não degradada: > 60 % de cobertura vegetal.

²Levemente degradada: entre 50 e 60% de cobertura vegetal.

³Moderadamente degradada: entre 40 e 50% de cobertura vegetal.

⁴Fortemente degradada: < 40 % de cobertura vegetal.

4.4 Sistema extensivo e intensivo na criação de bovinos de corte

No âmbito dos sistemas de produção de pecuária de corte existem aspectos importantes para serem colocados em prática, como: condições socioeconômicas culturais, tipo de criação, genética dos animais, técnicas de manejo, possibilidade de investimento e demanda do mercado consumidor (Kepler Filho, 2000).

4.4.1 Sistema extensivo

O sistema extensivo é o grupo que representa 80% dos sistemas produção de carne bovina brasileira (Cezar *et al.*, 2005a). Nesse sistema os animais são criados em regime de pastagem por todo ciclo, restringindo a suplementação alimentar ao fornecimento de sal comum e/ou suplemento mineral. A suplementação, na época da seca, é feita com suplemento ureado (20% a 30% de ureia na mistura mineral) ou proteinado de baixo consumo (Barbosa *et al.*, 2015).

Em decorrência à sazonalidade, ocorre limitações de produção de forragem prejudicando tanto a quantidade, quanto à qualidade, o que faz com que os animais apresentem desempenho ineficaz na seca, idade de abate elevada (acima de 36 meses), carcaça com baixo peso e terminação inadequada, resultando em baixa produtividade por unidade de área (Alencar *et al.*, 2003).

As instalações contam cochos e bebedouros, curral de manobra e cercas para pastos ou piquetes. Nesse sistema é necessário dispor de 0,5 a 1,0 hectare de pastagem por animal, por ano (Guimarães, 2005).

4.4.2 Sistema intensivo

O sistema de produção intensivo é caracterizado majoritariamente pela terminação dos animais em áreas apropriadas e submetidos a um plano alimentar capaz de promover engorda econômica, durante determinado período (Cardoso, 1996). A alimentação é baseada em pastagens e realizada suplementação alimentar na hora do confinamento, procura-se usar alimentos volumosos para diminuição do custo (Cezar *et al.*, 2005b). O sistema intensivo de gado de corte tem duas classificações: confinamento de recria e engorda e confinamento de acabamento e terminação.

O confinamento de recria e engorda é representado pela manutenção de bezerros em regime de confinamento, da desmama ao abate. Com a alimentação adequada, se alcança um ganho de peso médio diário de 800 a 1000g e animais com condições de abate entre 18 e 20 meses. Nesse sistema de recria e engorda, os animais são confinados logo após a desmama (Martin, 1999).

Já o sistema de acabamento ou terminação é o modelo mais difundido no Brasil. Os animais são confinados aos 2,5 a 3 anos de idade, com 300 a 400 quilos de peso vivo. Os animais são alimentados por períodos entre 90 e 120 dias durante a época seca do ano, principalmente durante a flutuação de preços no período de safra e entressafra (Martin, 1999).

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 2000), o peso mínimo inicial do confinamento, independentemente da idade, deve ser de 320 quilos, pois quanto mais leve o animal, mais tempo no confinamento, maior consumo de alimento e maior a despesa financeira. O ideal é que o animal atinja o peso de abate (450 quilos) em menor tempo possível.

5 AMBIENTE PARA CRIAÇÃO DE BOVINOS

Considerando que a produção ou mesmo a sobrevivência de qualquer ser vivo está associada intimamente aos fatores ambientais, antes de introduzir ou aconselhar qualquer tipo de exploração pecuária para uma determinada região, deve-se fazer uma análise de ambiente onde tal exploração será introduzida (Pires; Campos, 2003).

Para um melhor desempenho do animal é necessário que se dê importância ao clima, em que estes se encontram, tendo em vista que os elementos climáticos influenciam diretamente na produção animal (Souza *et al.*, 2004). Em climas tropicais e subtropicais os valores de temperatura e umidade relativa do ar são restritivos ao desenvolvimento, à produção e à reprodução dos animais (Oliveira *et al.*, 2005).

A faixa de temperatura ambiente na qual o animal mantém a sua temperatura do corpo sem precisar do mecanismo termorregulador é chamada de zona de conforto térmico (ZCT). Os valores mínimos e máximos dessa faixa, influenciados por outros fatores do clima, variam nas diversas espécies domésticas (Medeiros; Vieira, 1997). Cada espécie animal possui uma ZCT diferenciada e com um mínimo esforço dos mecanismos termorreguladores, o animal mantém constante a temperatura corporal para determinada faixa de temperatura efetiva ambiental (Baêta; Souza, 1997).

Estudos apontam que os animais zebuínos apresentam maior desempenho em ambiente tropical do que animais taurinos (Maia; Silva; Bertipaglia, 2003).

Bovinos e bubalinos são classificados como animais homeotérmicos, ou seja, animais que conseguem manter sua temperatura dentro das amplas variações climáticas, e apresentam condições fisiológicas para manter a temperatura corporal constante dentro de uma faixa de termoneutralidade (Nääs, 1989).

A maior parte do rebanho bovino brasileiro, encontra-se em região tropical, com temperaturas médias acima da zona de termoneutralidade, permanecendo longos períodos sobre estresse calórico (Fialho *et al.*, 2018).

A quantidade de glândulas sudoríparas espalhadas pelo corpo do animal zebuíno comparado com o taurino é um dos fatores que justifica seu melhor desempenho, devido ao maior volume e quantidade de glândulas há uma maior secreção do suor, outra característica importante é que as glândulas dos zebuínos são mais superficiais, facilitando assim também a secreção e excreção do suor, melhorando sua termorregulação (Falco, 1997).

Com o gado produzido a campo, estes animais estão mais expostos ao ambiente, tendo efeitos diretos da variação de temperatura corporal e indiretos como a redução da qualidade nutricional devido a disponibilidade de forragens, ambos afetando o bem-estar animal e o desempenho do potencial genético dos animais (Federación Colombiana de Ganaderos - Fedegan, 2013).

Adaptações no sistema de criação para poder prevenir o desgaste dos animais pelo estresse ambiental, incluem a utilização de raças mais adaptadas ou cruzas, entre *Bos indicus* e *Bos taurus* geralmente, como o Brangus e Braford (Herring, 2014).

Valores altos de umidade relativa do ar juntamente com altas temperaturas apresentam índices negativos para a produção, visto que o valor da umidade traz consigo um ar mais saturado, efeito que dificulta a evaporação, atrapalhando processo de dissipar calor dos animais para o ambiente (Cunningham, 1992).

Conforme Batista (2012), o animal que ultrapassa o seu limite de ganho líquido de calor resulta na hipertermia, logo para manter a homeotermia são necessárias respostas fisiológicas que levarão a queda reprodutiva e menor eficiência na reprodução. Assim, o desempenho do animal está diretamente relacionado ao meio que ele vive.

De acordo com Trindade (2022), animais que são criados em sistemas extensivos estão expostos a variações climáticas, radiações solares dentre outros efeitos climáticos, podendo acarretar de forma negativa no seu sistema de termorregulação e reduzir sua produção.

6 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho contou com dados do acompanhamento sistemático da pecuária municipal realizado pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais / EMATER-MG. Os dados utilizados no presente trabalho são correspondem aos anos de 2019 a 2023, onde o levantamento foi realizado em 851 municípios do estado. Os dados deste trabalho refletem a médias municipais estimadas pelos extensionistas agropecuários da EMATER-MG.

Através de sistema específico denominado Sistema de Safra Pecuária, os extensionistas agropecuários lotados nos escritórios municipais da empresa realizam trimestralmente (março, junho, setembro e dezembro) a estimativa da produção pecuária municipal, que atualmente conta com treze atividades dentre elas a bovinocultura de corte extensiva (cria, recria e engorda somente a pasto) e bovinocultura de corte intensiva (cria e recria a pasto + engorda em confinamento).

O agrupamento e consolidação dos dados gerados nos escritórios municipais é feito pelo departamento técnico da EMATER-MG, sediado na unidade central da empresa localizada no município de Belo Horizonte – MG.

6.1 Índices produtivos da bovinocultura de corte extensiva e intensiva

O índices produtivos definidos pela EMATER-MG para realizar a estimativa municipal de produção da bovinocultura de corte são: Reb_ bov e Reb_ conf - animais enviados para o abate e animais confinados no ano (n); Prodv_ bov e Prodv_ conf - peso médio da carcaça e peso médio da carcaça ao abate (kg); Prod_ bov e Prod_ conf - produção anual de carcaça (t); Af_ bov e Af_ conf – número de agricultor familiar na atividade (n); Anf_ bov e Anf_ conf – número de agricultor não familiar na atividade (n).

O único índice produtivo calculado automaticamente é a produção anual, onde e feito a multiplicação entre o número de animais enviados para o abate/ano e o peso médio da carcaça.

6.2 Métodos para coleta e lançamento de dados do sistema safra pecuária

Para realizar o acompanhamento sistemático da pecuária municipal os extensionistas agropecuários da EMATER-MG realizam entrevistas com produtores rurais, cooperativas, comércio de insumos, agentes financeiros, analisam relatórios de órgãos com Instituto

Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE e também dados do Instituto Mineiro de Agropecuária – IMA, além de fazerem incursões de campo onde são avaliados os cenários produtivos do município. Os dados estimados são lançados em sistema específico denominado Sistema Safra Pecuária. Os dados municipais são estimados trimestralmente entre os meses de março, junho, setembro e dezembro de cada ano.

Após os extensionistas agropecuários lançarem os dados no sistema safra pecuária, os mesmos são validados por coordenadores técnicos analisam os dados a nível regional e estadual, e caso haja alguma inconsistência ou discrepância os dados são submetidos ao extensionista agropecuário que os originou para devida revisão.

Os dados do acompanhamento da pecuária realizado pela EMATER-MG servem como importante instrumento para ações de assistência técnica e extensão rural, possibilitando identificar tendências, orientar investimentos e prospectar mercados e orientar política públicas. Em virtude da capilaridade de coleta, constantemente os dados são demandados pela imprensa e instituições públicas e privadas.

7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados dos índices produtivos foram analisados através de correlações e análises de variância a fim de se investigar diferentes relações entre variáveis. Antes das análises estatísticas, os dados ao longo dos anos em cada município foram utilizados para calcular a média de cada variável e arredondados para eliminar casas decimais. As análises descritas abaixo foram realizadas separadamente por sistema produtivo (extensivo e intensivo) e também com os dados combinados (total).

7.1 Impacto do bioma

O impacto dos diferentes biomas nos índices produtivos foi avaliado em um modelo estatístico incluindo apenas o efeito fixo de *Bioma*. *Prod*, *Prodv* e *Reb* foram analisados usando um modelo linear. Para *Reb*, os dados foram transformados como $\log(y + 1)$, onde y representa o dado observado, a fim de se obter normalidade dos dados. Foi adicionado o valor de '1' para evitar valores '0' que não possuem logaritmo. Além disso, para *Af*, *Anf*, e *F*, um modelo assumindo distribuição *Poisson* foi utilizado. O índice produtivo *Prod_af* foi definido como a análise de *Af* como variável resposta enquanto corrigido no modelo usando $\log(Af)$ como *offset* do modelo *Poisson*.

7.2 Impacto do número de famílias trabalhando na atividade

A fim de se avaliar como o número de famílias trabalhando na atividade impacta os índices produtivos, os modelos descritos acima para *Reb*, *Prod* e *Prodv* foram expandidos para incluírem os efeitos de *Af* e *Anf*. Assim, os modelos utilizados incluíram os efeitos fixos de *Bioma*, *Af* e *Anf*, onde *Af* e *Anf* foram considerados covariáveis simples (i.e., efeitos lineares) no modelo, onde essas duas variáveis foram transformadas usando $\log(y + 1)$, conforme discutido anteriormente. O coeficiente de determinação (R^2) deste modelo foi obtido para comparação com o modelo anterior que incluiu apenas o efeito fixo de *Bioma*.

7.3 Correlações

Dentro de Índices Produtivos e Entre Sistemas Produtivos. Correlações entre os sistemas produtivos extensivo e intensivo foram estimadas para cada índice produtivo. Para esta

análise, apenas municípios com dados para os dois sistemas foram utilizados. Correlações foram estimadas usando os resíduos da análise de cada variável em cada sistema baseado no modelo descrito em “Impacto do Bioma”.

Dentro de Sistemas Produtivos e Entre Índices Produtivos. Correlações entre os índices produtivos foram estimadas para cada sistema produtivo. Correlações foram estimadas usando os resíduos da análise de cada variável em cada sistema baseado no modelo descrito em “Impacto do Bioma”.

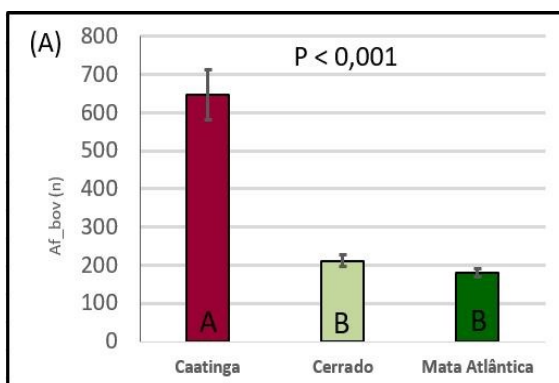
8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

8.1 Análise de variância

A análise de variância dos índices produtivos revelou diferenças significativas entre os biomas para a maioria dos parâmetros avaliados. No sistema extensivo, o número de agricultores familiares (Af_bov) apresentaram diferenças entre os biomas, com a caatinga exibindo a maior média, superior a 600 indivíduos na atividade. Os biomas cerrado e mata atlântica não diferiram entre si neste aspecto (Figura 3). No sistema intensivo (confinamento bovino), não houve diferença significativa no número de agricultores familiares (Af_conf) entre os biomas (Figura 4).

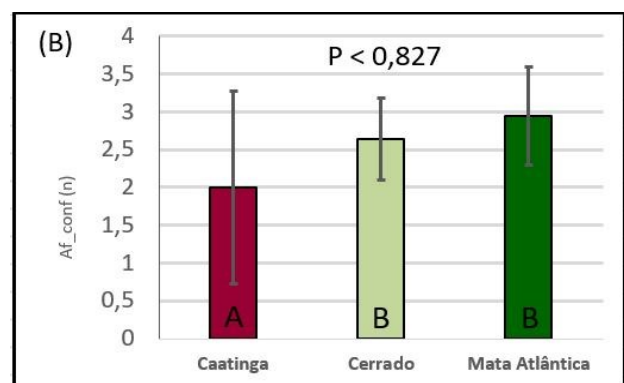
Quanto aos agricultores não familiares no sistema extensivo (Anf_bov), a caatinga apresentou uma média mais que duas vezes superior à da mata atlântica, não diferindo estatisticamente do cerrado (Figura 5). No sistema intensivo (Anf_conf), embora a caatinga tenha mostrado a maior média, não houve diferença estatística significativa entre os biomas (Figura 6).

Figura 3 – Índice produtivo de Af_bov (número de agricultor familiar na atividade de bovinocultura de corte extensiva) em função do Bioma. Barras com a mesma letra representam falta de diferença estatística ($P < 0,05$). Barras de erros representam os erros-padrões.



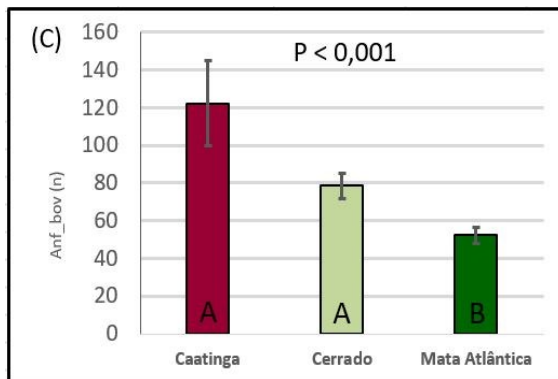
Fonte: Do autor (2024).

Figura 4 – Índice produtivo de Af_conf (número de agricultor familiar na atividade de bovinocultura de corte intensiva) em função do Bioma. Barras com a mesma letra representam falta de diferença estatística ($P < 0,05$). Barras de erros representam os erros-padrões.



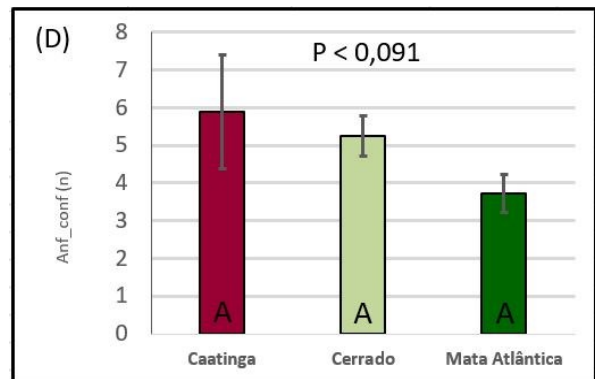
Fonte: Do autor (2024).

Figura 5 – Índice produtivo de Anf_bov (número de agricultor não familiar na atividade de bovinocultura de corte extensiva) em função do Bioma. Barras com a mesma letra representam falta de diferença estatística ($P < 0,05$). Barras de erros representam os erros-padrões.



Fonte: Do autor (2024).

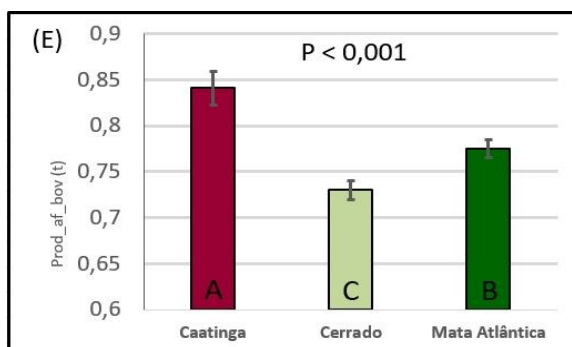
Figura 6 – Índice produtivo de Anf_conf (número de agricultor não familiar na atividade de bovinocultura de corte intensiva) em função do Bioma. Barras com a mesma letra representam falta de diferença estatística ($P < 0,05$). Barras de erros representam os erros-padrões.



Fonte: Do autor (2024).

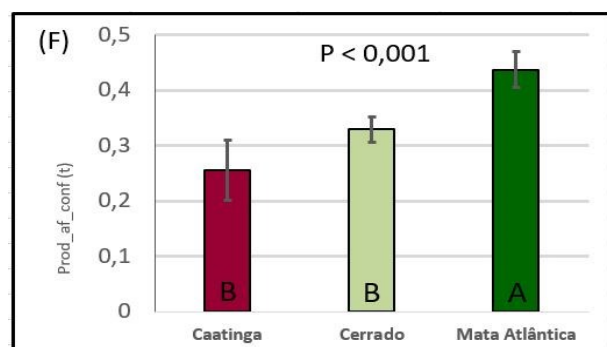
O percentual da produção proveniente da agricultura familiar no sistema extensivo diferiu entre os biomas, com a caatinga atingindo quase 85% (Figura 7). No sistema intensivo, a produção da agricultura familiar foi mais significativa no bioma mata atlântica, representando mais de 40%, enquanto os biomas caatinga e cerrado não diferiram estatisticamente entre si (Figura 8).

Figura 7 – Índice produtivo de Prod_af_bov (Produção da agricultura familiar em bovinocultura de corte extensiva) em função do Bioma. Barras com a mesma letra representam falta de diferença estatística ($P < 0,05$). Barras de erros representam os erros-padrões.



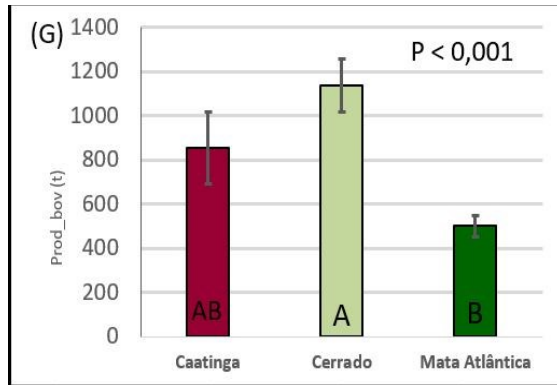
Fonte: Do autor (2024).

Figura 8 – Índice produtivo de Prod_af_conf (Produção da agricultura familiar em bovinocultura de corte intensiva) em função do Bioma. Barras com a mesma letra representam falta de diferença estatística ($P < 0,05$). Barras de erros representam os erros-padrões.



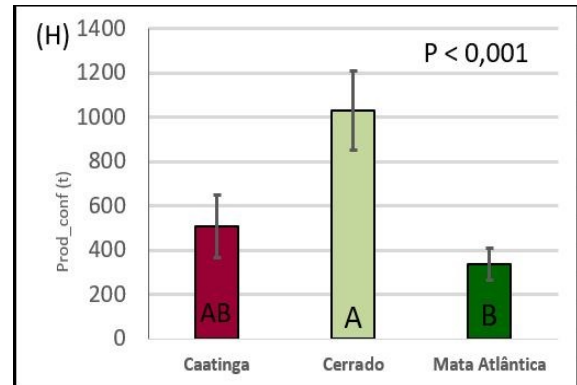
Fonte: Do autor (2024).

Figura 10 – Índice produtivo de Prod_bov (Produção total da bovinocultura de corte extensiva) em função do Bioma. Barras com a mesma letra representam falta de diferença estatística ($P < 0,05$). Barras de erros representam os erros-padrões.



Fonte: Do autor (2024).

Figura 9 – Índice produtivo de Prod_conf (Produção total da bovinocultura de corte intensiva) em função do Bioma. Barras com a mesma letra representam falta de diferença estatística ($P < 0,05$). Barras de erros representam os erros-padrões.

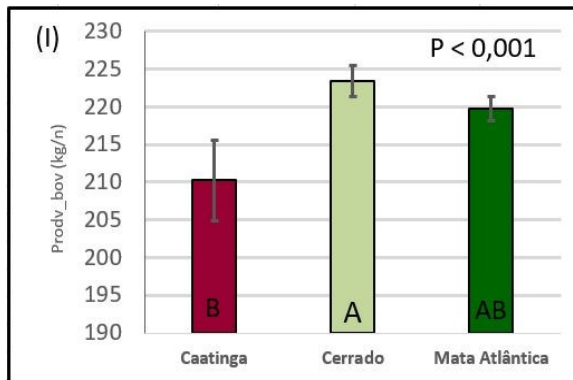


Fonte: Do autor (2024).

A produção média no sistema extensivo foi maior no bioma cerrado em comparação à mata atlântica, enquanto a caatinga não diferiu dos outros biomas (Figura 9). No sistema intensivo, o bioma mata atlântica apresentou a menor média de produção (Figura 10).

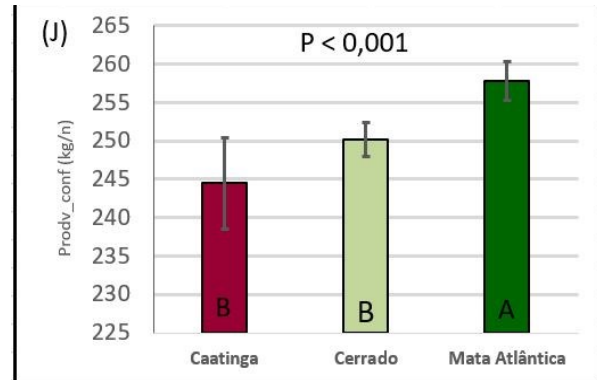
Quanto à produtividade, no sistema extensivo, o bioma cerrado apresentou os maiores valores, enquanto a mata atlântica não diferiu dos outros biomas (Figura 11). No sistema intensivo, a mata atlântica mostrou a maior produtividade média, superando os biomas caatinga e cerrado, que não diferiram entre si (Figura 12).

Figura 11 – Índice produtivo de Prodv_bov (Produtividade média em bovinocultura de corte extensiva) em função do Bioma. Barras com a mesma letra representam falta de diferença estatística ($P < 0,05$). Barras de erros representam os erros-padrões.



Fonte: Do autor (2024).

Figura 12 – Índice produtivo de Prodv_conf (Produtividade média em bovinocultura de corte intensiva) em função do Bioma. Barras com a mesma letra representam falta de diferença estatística ($P < 0,05$). Barras de erros representam os erros-padrões.

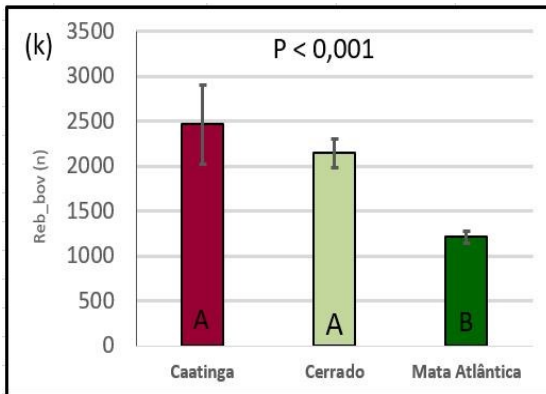


Fonte: Do autor (2024).

O rebanho bovino em sistema extensivo foi maior nos biomas caatinga e cerrado em comparação à mata atlântica, com a caatinga apresentando o maior rebanho médio, superior a 2.000 animais destinados ao abate (Figura 13). No entanto, apesar do maior rebanho e número de indivíduos, a caatinga apresentou o menor desempenho tanto em produtividade média quanto em produção total comparada aos outros biomas.

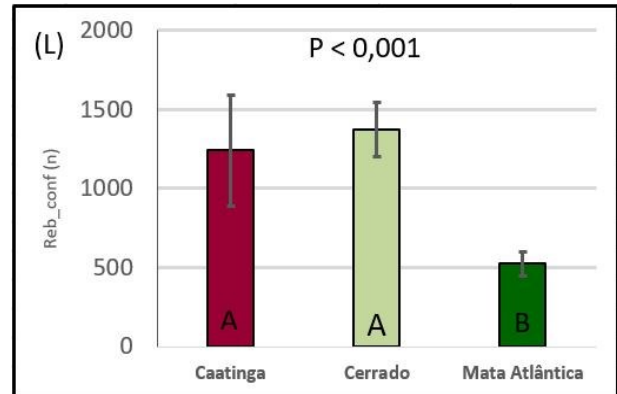
No sistema intensivo, também houve diferença no tamanho do rebanho entre os biomas, com caatinga e cerrado apresentando médias maiores que a mata atlântica. O cerrado mostrou o maior rebanho em confinamento, superando a caatinga, enquanto a mata atlântica apresentou uma diferença de mais de 1.000 animais em relação ao cerrado (Figura 14).

Figura 14 – Índice produtivo de Reb_bov (Produtividade média em bovinocultura de corte extensiva) em função do Bioma. Barras com a mesma letra representam falta de diferença estatística ($P < 0,05$). Barras de erros representam os erros-padrões.



Fonte: Do autor (2024).

Figura 14 – Índice produtivo de Reb_conf (Produtividade média em bovinocultura de corte extensiva) em função do Bioma. Barras com a mesma letra representam falta de diferença estatística ($P < 0,05$). Barras de erros representam os erros-padrões.



Fonte: Do autor (2024).

8.2 Correlação de índices produtivos entre os sistemas de produção

A análise de correlação revelou que 97% dos municípios (827) possuem sistema de produção extensivo, enquanto 30% (255) apresentam sistema de produção intensivo. Aproximadamente 29% (253) dos municípios mineiros possuem ambos os sistemas de produção.

As correlações entre os sistemas de produção dentro de um mesmo índice produtivo mostraram-se positivas e moderadas para o tamanho do rebanho (Reb) e produção (Prod). Para a produtividade (Prody), a correlação não foi significativa. Quanto aos índices relacionados aos agricultores (Af, Anf e F_tot), as correlações foram positivas, porém fracas (Tabela 4).

Tabela 4 – Correlações¹ entre sistemas de produção e índices produtivos².

Índices	Índices					
	Reb	Prod	Prodv	Af	Anf	F
Reb	0,57	0,65	0,1	0,44	0,48	0,52
Prod	0,67	0,44	0,14	0,34	0,43	0,42
Prodv	0,12	0,10 ^{ns}	0,00 ^{ns}	-0,13	-0,06 ^{ns}	-0,12
Af	0,17	0,09 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	0,07	0,45	0,95
Anf	0,35	0,24	0,00 ^{ns}	0,51	0,21	0,69
F	0,30	0,19	-0,02 ^{ns}	0,87	0,86	0,16

¹Valores na diagonal representam correlações entre sistemas de produção para o mesmo índice produtivo, valores acima e abaixo representam para, respectivamente, bovinocultura extensiva e intensiva, as correlações entre índices produtivos.

²Índices produtivos; *Reb*, tamanho do rebanho; *Prod*, produção de carne; *Prodv*, produtividade; *Af* agricultor familiar na atividade; *Anf*, agricultor não familiar na atividade; *F*, agricultores totais na atividade.

^{ns} quer dizer resultado não significativo.

Fonte: Do autor (2024).

8.3 Correlação de índices produtivos no sistema de produção extensivo

No sistema extensivo, o tamanho do rebanho (*Reb_bov*) apresentou correlação positiva e moderada com a produção (*Prod_bov*), indicando que variações no rebanho influenciam proporcionalmente a produção. A correlação com a produtividade (*Prodv_bov*) foi positiva, porém fraca, sugerindo que o aumento do rebanho não influencia significativamente a produtividade. Os índices relacionados aos agricultores (*Af_bov*, *Anf_bov* e *F_tot*) mostraram correlação positiva e moderada com o tamanho do rebanho (Tabela 4).

A produção (*Prod_bov*) apresentou correlação positiva, mas fraca, com a produtividade (*Prodv_bov*), indicando que o aumento da produção não necessariamente resulta em aumento significativo da produtividade. A correlação da produção com o número de agricultores familiares (*Af_bov*) foi positiva, porém fraca, enquanto com os agricultores não familiares (*Anf_bov*) e total de agricultores (*F_tot*) foi positiva e moderada (Tabela 4).

A produtividade (*Prodv_bov*) mostrou correlação fraca e negativa com os índices de agricultores, sugerindo que a inserção de novos indivíduos na atividade pode levar a uma redução na produtividade (Tabela 4).

8.4 Correlação de índices produtivos no sistema de produção intensivo

No sistema intensivo, o tamanho do rebanho (*Reb_conf*) apresentou correlação positiva e moderada com a produção (*Prod_conf*), similar ao observado no sistema extensivo. A correlação com a produtividade (*Prodv_conf*) foi positiva, porém fraca. Os índices de

agricultores não familiares (Anf_conf) e total (F_tot) mostraram correlação positiva e quase moderada com o rebanho, enquanto para agricultores familiares (Af_conf) a correlação foi fraca (Tabela 4).

A produção (Prod_conf) apresentou correlação positiva, mas muito fraca e não significativa com a produtividade (Prodv_conf). A correlação da produção com agricultores não familiares (Anf_conf) e total (F_tot) foi positiva, indicando que a entrada de agricultores não familiares no sistema intensivo impacta positivamente a produção (Tabela 4).

A produtividade (Prodv_conf) mostrou correlação negativa com os índices de agricultores, sugerindo que a inserção de novos indivíduos na atividade pode levar a uma redução na produtividade no sistema intensivo (Tabela 4).

8.5 Efeito de agricultores sobre os índices produtivos

A análise do efeito de agricultores familiares (Af) e não familiares (Anf) sobre os índices produtivos revelou que estes fatores explicam uma porcentagem maior da variação nos índices do que o efeito do bioma isoladamente (Tabela 5).

Tabela 5 – Resultado de Af² e Anf³ sobre os índices produtivos¹.

Índice Produtivo	Af		Anf		Efeito Bioma	Efeito Af e Anf
	Estimativa	Valor-P	Estimativa	Valor-P		
Reb_bov	0,2234 (0,02)	0,0000	0,4405 (0,02)	0,0000	6,2%	43,0%
Reb_conf	0,1267 (0,07)ns	0,0897	0,3342 (0,08)	0,0001	10,3%	22,3%
Prod_bov	101,8175 (41,02)	0,0133	393,6928 (43,71)	0,0000	3,9%	16,8%
Prod_conf	47,379 (87,48)ns	0,5886	352,6648 (98,21)	0,0004	4,5%	12,3%
Prodv_bov	-4,3018 (0,93)	0,0000	0,4798 (0,99)ns	0,6297	1,0%	3,7%
Prodv_conf	2,1166 (1,45)ns	0,1459	2,2979 (1,62)ns	0,1596	2,9%	6,4%

¹Índices produtivos; *Reb*, tamanho do rebanho; *Prod*, produção de carcaça; *Prodv*, produtividade.

²Valores representam a estimativa de *Af* agricultor familiar na atividade.

³Valores representam a estimativa de *Anf*, agricultor não familiar na atividade.

^{NS} quer dizer resultado não significativo.

Erro-padrão em parênteses.

Fonte: Do autor (2024).

No sistema extensivo, para cada unidade de Af_bov, o rebanho aumenta em 0,22 animais, enquanto para cada unidade de Anf_bov, o aumento é de 0,44 animais. No sistema intensivo, o efeito de Af_conf não foi significativo, mas cada unidade de Anf_conf resultou em um aumento de 0,33 animais no rebanho.

Quanto à produção, no sistema extensivo, o efeito de Anf foi mais que o dobro do efeito de Af. No sistema intensivo, apenas o efeito de Anf foi significativo, indicando que a entrada de agricultores familiares neste sistema não impacta significativamente a produção. Em relação à produtividade, tanto no sistema extensivo quanto no intensivo, o efeito dos agricultores foi limitado ou não significativo, sugerindo que o ingresso de novos agricultores não necessariamente resulta em aumento de produtividade.

Os resultados deste estudo revelam padrões interessantes na relação entre os biomas e os índices produtivos da bovinocultura de corte em Minas Gerais. O bioma Cerrado, por exemplo, apresentou maior produtividade no sistema extensivo (Figura 11), o que pode ser atribuído à sua vegetação natural de gramíneas e arbustos, que proporciona uma base alimentar adequada para o gado. Além disso, as técnicas de manejo de pastagens adaptadas a este bioma, como o sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), têm mostrado resultados promissores na melhoria da produtividade e sustentabilidade da pecuária nesta região.

Por outro lado, o bioma Caatinga, apesar de apresentar o maior rebanho e número de produtores (Figuras 13 e 3), mostrou menor desempenho em termos de produtividade e produção total. Isso pode ser explicado pelas condições climáticas desafiadoras deste bioma, caracterizado por longos períodos de seca e vegetação adaptada a condições áridas. Essas características naturais impõem limitações à produção de forragem e, conseqüentemente, à produtividade animal. No entanto, o alto número de produtores familiares neste bioma (Figura 3) sugere que a pecuária desempenha um papel socioeconômico importante, mesmo que em sistemas de menor produtividade.

A Mata Atlântica, por sua vez, apresentou resultados interessantes no sistema intensivo, com maior produtividade média (Figura 12). Isso pode estar relacionado às condições climáticas mais favoráveis deste bioma, com maior disponibilidade de água e temperaturas mais amenas, que favorecem tanto a produção de grãos para alimentação animal quanto o conforto térmico do gado confinado. Além disso, a proximidade deste bioma com grandes centros urbanos pode facilitar o acesso a insumos e tecnologias, contribuindo para uma maior eficiência produtiva nos sistemas intensivos.

9 CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que os índices produtivos da bovinocultura de corte em Minas Gerais são significativamente influenciados pelas características dos biomas. A compreensão dessas diferenças é fundamental para o desenvolvimento de estratégias eficazes de produção e políticas públicas.

Os resultados indicam que não há uma solução única para todos os biomas. No Cerrado, o foco deve ser na otimização dos sistemas extensivos e na adoção de práticas integradas. Na Caatinga, é necessário desenvolver sistemas resilientes à seca e valorizar o papel socioeconômico da pecuária familiar. Na Mata Atlântica, o potencial para sistemas intensivos deve ser explorado de forma sustentável.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo evidenciam a necessidade de abordagens específicas para cada bioma no desenvolvimento da bovinocultura de corte em Minas Gerais. É fundamental que as políticas públicas e as estratégias de assistência técnica sejam adaptadas às particularidades de cada região, considerando não apenas os aspectos produtivos, mas também os sociais e ambientais.

Para o Cerrado, por exemplo, o foco deve ser na intensificação sustentável, aproveitando o potencial produtivo deste bioma através de técnicas como o ILPF e o manejo rotacionado de pastagens. Na Caatinga, é crucial desenvolver estratégias de convivência com a seca, como a implementação de sistemas de captação e armazenamento de água, além do uso de forrageiras adaptadas às condições locais. Já na Mata Atlântica, o desafio é equilibrar a intensificação da produção com a preservação dos remanescentes florestais, incentivando práticas que aumentem a produtividade nas áreas já abertas.

É importante ressaltar que o aumento da produtividade não deve ser buscado apenas através do aumento do número de produtores, mas principalmente pela melhoria das práticas de manejo e adoção de tecnologias apropriadas. Programas de capacitação e extensão rural devem ser fortalecidos, com ênfase na difusão de conhecimentos e técnicas adaptadas a cada bioma.

Por fim, reforço que a chave para o desenvolvimento da bovinocultura de corte em Minas Gerais está na adoção de uma abordagem que respeite as particularidades de cada bioma, promova a sustentabilidade ambiental e econômica, e valorize o conhecimento local dos produtores. Futuros estudos devem focar na avaliação de práticas inovadoras adaptadas a cada bioma e no desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade que possam guiar a tomada de decisões tanto a nível de propriedade quanto de políticas públicas.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, M. F. V. G. **Influência do ambiente sobre a produção e reprodução animal**. 2020. 24 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) - Centro Universitário Brasileiro, Recife, 2020. Disponível em: <https://www.grupounibra.com/uploads/repositorio/mveti-tcc-1.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2023.
- ALBUQUERQUE, S. G. A caatinga como pastagem nativa. *In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA*, 27., 2004, Petrolina. **Anais [...]**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2004. p. 62-69. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/28560/1/OPB437.pdf>. Acesso em: 9 abr. 2023.
- ALENCAR, M. M. *et al.* **Criação de bovinos de corte na região sudeste**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2003. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/44328/1/Criacao-de-Bovinos-de-Corte-na-Regiao-Sudeste.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- ALMEIDA, N. L. *et al.* Diagnóstico socioeconômico e ambiental do leste mineiro como subsídio para políticas públicas de planejamento e desenvolvimento regional. *In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE DESENVOLVIMENTO REGIONAL*, 2., 2004, Santa Cruz do Sul. **Anais [...]**. Santa Cruz do Sul: Unisc, 2004.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa, MG: Editora UFV, [1997]. 246 p.
- BARBOSA, F. A. **Viabilidade econômica de sistemas de produção de bovinos de corte em propriedades nos estados de Minas Gerais e da Bahia**. 2008. 137 p. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
- BARBOSA, F. A. *et al.* **Cenários para a pecuária de corte amazônica**. Belo Horizonte: Editora IGC/UFMG, 2015.
- BATALHA, M. A. The Brazilian cerrado is not a biome. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 11, n. 1, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000100001>.
- BATISTA, A. A. F. M. L. **Estudo do tegumento de bovinos e bubalinos para adaptação ao clima tropical**. 2012. 43 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2012.
- BEN SALEM, H. Nutritional management to improve sheep and goat performances in semiarid regions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, p. 337-347, jul. 2010. DOI: [10.1590/S1516-35982010001300037](https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300037).
- CARDOSO, E. G. **Engorda de bovinos em confinamento: aspectos gerais**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 1996. Disponível em: <https://old.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/doc/doc64/index.html>. Acesso em: 10 mar. 2024.

CEZAR, I. M. *et al.* **Uma descrição com ênfase no regime alimentar e no abate.** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2005a. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 151).

CEZAR, I. M. *et al.* **Sistema de produção de gado de corte no Brasil:** uma descrição com ênfase no regime alimentar e no abate. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2005b. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/326307>. Acesso em: 10 mar. 2024.

CUNNINGHAM, J. **Tratado de fisiologia veterinária.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992.

DICK, M. *et al.* Environmental impacts of Brazilian beef cattle production in the Amazon, Cerrado, Pampa, and Pantanal biomes. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 311, Aug. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127750>.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Confinar é bom para quem busca competitividade e aumento de produção. **Embrapa Informativo:** informativo do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Campo Grande, v. 13, n. 2, jul. 2000.

FALCO, J. E. **Bioclimatologia animal.** Lavras: Editora UFLA-FAEPE, 1997.

FARIA, V. P. Produção de bovinos nos trópicos. *In:* FARIA, V. P.; MOURA, J. C.; PEIXOTO, A. M. **Bovinocultura de corte:** fundamentos da exploração racional. 3. ed. Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 23-41.

FEDERACIÓN COLOMBIANA DE GANADEROS. **Análisis del inventario ganadero Colombiano:** comportamiento y variables explicativas. Bogotá: Fondo Nacional del Ganado, 2013. Disponível em: <https://www.fedegan.org.co/publicacion-presentaciones/analisis-del-inventarioganadero-%20colombiano%20-comportamiento-y-variables>. Acesso em: 10 mar. 2024.

FIALHO, A. L. L. *et al.* Efeitos do estresse térmico calórico agudo e crônico sobre a qualidade oocitária de bovinos de raças adaptadas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 70, n. 1, p. 64-72, 2018. DOI: 10.1590/1678-4162-9494.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Livestock's long shadow:** environmental issues and options. Rome: FAO, 2006. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/010/a0701e/a0701e00.htm>. Acesso em: 10 mar. 2024.

GARNETT, T. *et al.* Sustainable intensification in agriculture: premises and policies. **Science**, New York, v. 341, p. 33-34, 2013.

GOIS, G. C. *et al.* Estratégias de alimentação para caprinos e ovinos no semiárido brasileiro. **Nutritime Revista Eletrônica**, Viçosa, MG, v. 14, n. 4, p. 7001-7007, 2017.

GUIMARÃES, M. C. de C. **Metodologia para análise de projeto de sistemas intensivos de terminação de bovinos de corte.** 2005. 104 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.

HERRING, A. D. **Beef cattle production systems**. Wallingford: CABI, 2014.

HOTT, M. C. *et al.* Vegetative growth of grasslands based on hyper-temporal NDVI data from the Modis sensor. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 51, n. 7, p. 858-868, jul. 2016. DOI: 10.1590/S0100-204X2016000700009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas geográfico escolar**. 9. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. 238 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo brasileiro de 2006**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

KEPLER FILHO, E. **Produção de bovinos de corte e o trinômio genótipo-ambiente-mercado**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2000. 61 p. (Documentos. Embrapa Gado de Corte, 85).

LAPOLA, D. M. *et al.* Pervasive transition of the Brazilian land-use system. **Nature Climate Change**, London, v. 4, n. 1, p. 27-35, 2014.

MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G. da; BERTIPAGLIA, E. C. A. Características do pelame de vacas Holandesas em ambiente tropical: um estudo genético adaptativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 4, ago. 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000400009>.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L. **Pastagens no Cerrado: baixa produtividade pelo uso limitado de fertilizantes**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 32 p. (Série Documentos, 50).

MARTIN, L. C. T. **Confinamento de bovinos de corte**. São Paulo: Nobel, 1999. 124 p.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H. **Bioclimatologia animal**. [Seropédica]: UFRRJ, 1997. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/bioclimatologiaanimal/files/2011/03/Apostila-de-Bioclimatologia-Animal.pdf>. Acesso em: 3 abr. 2023.

MINAS GERAIS. Instituto Antonio Ernesto de Salvo. Superintendência Federal de Agricultura de Minas Gerais. **Estado da arte das pastagens em Minas Gerais**. Belo Horizonte: MAPA, 2015. 206 p. Disponível em: <http://www.faeng.org.br/Content/uploads/publicacoes/arquivos/De4W1592321598974.pdf>. Acesso em: 3 abr. 2023.

MINAS GERAIS. Instituto Estadual de Florestas. **Cobertura vegetal de Minas Gerais**. Belo Horizonte: IEF, 2023. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/florestas>. Acesso em: 26 abr. 2023.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Balanco do agronegócio de Minas Gerais 2023**. 4. ed. Belo Horizonte: Seapa, 2024. 56 p. Disponível em: <https://www.mg.gov.br/agricultura/documento/balanco-do-agronegocio-2023>. Acesso em: 28 nov. 2024.

NÄÄS, I. de A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**. São Paulo: Ícone, 1989.

OLIVEIRA, P. A. V. *et al.* Efeito do tipo de telha sobre o acondicionamento ambiental e o desempenho de frangos de corte. *In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVICOLAS*, 1995, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: FACTA, 1995. p. 297-298.

OLIVEIRA FILHO, A. T. (ed.). **Catálogo das árvores nativas de Minas Gerais: mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais**. Lavras: Editora UFLA, 2006. 423 p.

PIRES, M. de F. Á.; CAMPOS, A. T. de. Relação dos dados climáticos com o desempenho animal. *In: RESENDE, H.; CAMPOS, A. T. de; PIRES, M. de F. A. (ed.). Dados climáticos e sua utilização na atividade leiteira*. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2003. p. 103-114. Disponível em:
<https://www.embrapa.br/documents/1354377/1743402/Dados+Climaticos+-+Desempenho+Animal.pdf/2e7f5b68-39af-4405-8119-cd6f4a549746?version=1.0#:~:text=O%20desempenho%20animal%20permanece%20razoa,n,o%20desempenho%20s%C3%A3o%20usualmente%20marcantes>. Acesso em: 30 abr. 2023.

ROCHA JUNIOR, P. R. *et al.* Field-based quality indicators in degraded pasture of the Atlantic forest biome. **Australian Journal of Crop Science**, Melbourne, v. 11, n. 6, p. 652-661, 2017. DOI: 10.21475/ajcs.17.11.06.p326.

SANO, E. E. *et al.* Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 1, p. 153-156, jan. 2008.

SCHAEFER, C. E. G. R. Bases físicas da paisagem brasileira: estrutura geológica, relevo e solos. **Tópicos em Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 8, p. 1-69, 2013.

SILVA, B. B. *et al.* Desempenho de modelo climático aplicado à precipitação pluvial do estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 4, p. 387-395, 2010.

SIROHI, S.; MICHAELAWA, A. Sufferer and cause: Indian livestock and climate change. **Climatic Change**, Dordrecht, v. 100, p. 120-134, 2007.

SOUZA, S. R. L. *et al.* Análise das condições ambientais em sistemas de alojamento 'freestall' para bovinos de leite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 8, n. 2/3, p. 299-303, 2004. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/ntFnLC5Pt7gLnkM8FpkKZZs/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 mar. 2024.

TRINDADE, E. R. **O efeito da mudança climática na fisiologia da reprodução na vaca zebuína criada no sistema extensivo no Brasil**. 2022. 21 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) - Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos, Gama, 2022.

TURETTA, A. P. D. *et al.* An approach to assess the potential of agroecosystems in providing environmental services. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 51, n. 9, p. 1051-1060, set. 2016. DOI: 10.1590/S0100-204X2016000900004.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS. Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento. **Atlas das pastagens**. Goiânia: LAPIG, 2021. Disponível em: <https://atlasdaspastagens.ufg.br/>. Acesso em: 28 nov. 2024.

ANEXO A - Valor de P e médias da bovinocultura de corte extensiva

Tabela 1 – Índices Produtivos¹ de Bovinocultura de Corte Extensiva.

Característica ²	Bioma			Valor P
	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	
Reb_ bov, n	2464 ^A (443)	2145 ^A (158)	1210 ^B (70)	< 0,001
Prod_ bov, t	854 ^{AB} (163)	1139 ^A (118)	500 ^B (49)	< 0,001
Prodv_ bov, kg/n	210 ^B (5)	223 ^A (2)	219 ^{AB} (1)	< 0,001
Af_ bov, n	647 ^A (65)	212 ^B (13)	180 ^B (9)	< 0,001
Anf_ bov, n	122 ^A (22)	78 ^A (6)	52 ^B (4)	< 0,001
Prod_ af_ bov	0,84 ^A (0,01)	0,73 ^C (0,01)	0,77 ^B (0,00)	< 0,001
F_ bov, n	769 ^A (78)	290 ^B (17)	233 ^C (12)	< 0,001

¹Erro-padrão em parênteses.

²*Reb_ bov*, tamanho do rebanho; *Prod_ bov*, produção de carcaça; *Prodv_ bov*, produtividade; *Af_ bov*, agricultor familiar na atividade; *Anf_ bov*, agricultor não familiar na atividade; *Prod_ af_ bov*, produção da agricultora familiar; *F_ bov*, agricultores totais na atividade.

^{A-C}, Índices produtivos com letras diferentes são estatisticamente diferentes entre si ($P < 0,05$).

ANEXO B - Valor De P e médias da bovinocultura de corte intensiva

Tabela 2 – Índices Produtivos¹ de Bovinocultura de Corte Intensiva.

Característica ²	Bioma			Valor P
	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	
Reb_conf, n	1240 ^A (353)	1374 ^A (173)	524 ^B (73)	< 0,001
Prod_conf, t	508 ^{AB} (141)	103 ^A (177)	337 ^B (74)	< 0,001
Prodv_conf, kg/n	244 ^B (5)	250 ^B (2)	257 ^A (2)	< 0,001
Af_conf, n	2 ^A (1,27)	2 ^A (0,54)	2 ^A (0,64)	0,827
Anf_conf, n	5,88 ^A (1,52)	5,24 ^A (0,52)	3,73 ^A (0,50)	0,091
Prod_af_conf	0,25 ^B (0,05)	0,32 ^B (0,02)	0,43 ^A (0,03)	< 0,001
F_conf, n	6,72 ^A (0,97)	7,83 ^A (2,53)	8,00 ^A (0,94)	0,638

¹Erro-padrão em parênteses.

²*Reb_conf*, tamanho do rebanho; *Prod_conf*, produção de carcaça; *Prodv_bov*, produtividade; *Af_conf*, agricultor familiar na atividade; *Anf_conf*, agricultor não familiar na atividade; *Prod_af_conf*, produção da agricultora familiar; *F_conf*, agricultores totais na atividade.

^{A-B}, Índices produtivos com letras diferentes são estatisticamente diferentes entre si de acordo com o teste de Tukey ($P < 0,05$).

ANEXO C - Valor de P e médias totais

Tabela 3 – Índices Produtivos¹ Totais.

Característica ²	Bioma			Valor P
	Caatinga	Cerrado	Mata Atlântica	
Reb_tot, n	5813 ^A (1429)	5343 ^A (566)	2246 ^B (266)	< 0,001
Prod_tot, t	1776 ^{AB} (338)	2668 ^A (348)	972 ^B (212)	< 0,001
Prodv_tot, kg/n	224 ^A (6)	238 ^A (2)	234 ^A (2)	0,100
Af_tot, n	622 ^A (104)	230 ^B (23)	216 ^B (25)	< 0,001
Anf_tot, n	88,12 ^A (25)	94 ^A (9)	63,20 ^A (9)	0,084
Prod_af_tot	0,87 ^A (0,02)	0,71 ^C (0,01)	0,77 ^B (0,01)	< 0,001
F_tot, n	710 ^A (121)	324 ^B (30)	280 ^B (31)	< 0,001

¹Erro-padrão em parênteses.

²*Reb_tot*, rebanho total; *Prod_tot*, produção de carcaça; *Prodv_tot*, produtividade total; *Af_tot*, total de agricultor familiar; *Anf_tot*, total de agricultor não familiar; *Prod_af_tot*, produção total da agricultora familiar; *F_tot*, agricultores totais.

^{A-C}, Índices produtivos com letras diferentes são estatisticamente diferentes entre si ($P < 0,05$).