

Dinâmica espacial da pecuária leiteira em Alagoas: uma análise exploratória dos municípios (2000–2024)

Spatial Dynamics of Dairy Farming in Alagoas: An Exploratory Analysis of Municipalities (2000–2024)

João Pedro de Amorim Lucena Lima

Universidade Federal de Alagoas. Maceió, AL, Brasil

Karliane Silva Souza

Universidade Federal de Alagoas. Maceió, AL, Brasil

Keuler Hissa Teixeira

Universidade Federal de Alagoas. Maceió, AL, Brasil

GT7. Desenvolvimento rural, territorial e regional:

Resumo: A pecuária leiteira constitui a segunda principal atividade rural geradora de emprego e renda no estado de Alagoas, assumindo papel relevante no desenvolvimento regional. Diante disso, este artigo analisa a configuração espacial da produção de leite, do número de vacas ordenhadas e da produtividade nos municípios alagoanos. Utiliza-se a Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), com base nos dados da Pesquisa da Pecuária Municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para os anos de 2000, 2019 e 2024, visando identificar padrões de concentração e dependência espacial. Os resultados evidenciam autocorrelação espacial positiva e formação persistente de *clusters* Alto–Alto no Sertão e Agreste e Baixo–Baixo no Leste Alagoano, indicando estabilidade territorial da atividade. Conclui-se que a dinâmica leiteira reflete desigualdades históricas e requer políticas públicas territorialmente orientadas ao fortalecimento do desenvolvimento regional.

Palavras-chave: Pecuária leiteira, Análise espacial, Desenvolvimento regional, Alagoas.

Abstract: Dairy farming is the second main rural activity generating employment and income in the state of Alagoas, playing a relevant role in regional development. Therefore, this article analyzes the spatial configuration of milk production, the number of milked cows, and productivity across municipalities in Alagoas. The study applies Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA), based on data from the Municipal Livestock Survey of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) for the years 2000, 2019, and 2024, aiming to identify patterns of spatial concentration and dependence. The results reveal positive spatial autocorrelation and the persistent formation of High–High clusters in the Sertão and Agreste regions and Low–Low clusters in Eastern Alagoas, indicating territorial stability of the activity. It is concluded that dairy dynamics reflect historical inequalities and require territorially oriented public policies to strengthen regional development.

Keywords: Dairy farming, Spatial analysis, Regional development, Alagoas.

1. Introdução

A bovinocultura leiteira possui papel relevante na economia rural brasileira por gerar emprego, renda e sustentar a agricultura familiar. No entanto, a produção de leite apresenta elevada heterogeneidade territorial, refletindo diferenças produtivas, tecnológicas e institucionais entre regiões e municípios. Embora o Brasil esteja entre os maiores produtores

mundiais, a dinâmica espacial da atividade é marcada por fortes desigualdades regionais (IBGE, 2023; Brasil, 2023).

No contexto nordestino, essa heterogeneidade torna-se ainda mais evidente. Em 2022, a região produziu cerca de 5,7 bilhões de litros de leite, apresentando diferenças significativas entre estados e municípios. Alagoas, embora não esteja entre os maiores produtores da região, registrou produção aproximada de 590 milhões de litros nesse mesmo ano e vem apresentando crescimento consistente desde 2014, evidenciando o potencial de expansão do setor leiteiro estadual (IBGE, 2023). Ademais, a pecuária leiteira alagoana possui elevada importância socioeconômica, sendo a segunda maior atividade rural geradora de emprego e renda no estado, atrás apenas da cana-de-açúcar, com forte participação da mão de obra familiar e preços relativamente elevados pagos aos produtores (Lima et al., 2017).

Entretanto, esse potencial convive com limitações estruturais persistentes. A atividade leiteira em Alagoas caracteriza-se pela insuficiência de investimentos voltados ao pequeno produtor, pela limitada incorporação tecnológica ao longo da cadeia produtiva, por fragilidades logísticas e pela carência de políticas públicas direcionadas à capacitação técnica e à assistência rural, especialmente nos municípios do interior (Alagoas, 2017; Lima et al., 2017; Silva, 2021). Essas restrições contribuem para a existência de desigualdades produtivas entre os municípios alagoanos e reforçam a importância de compreender a organização territorial da atividade.

Apesar desse contexto, ainda são escassos os estudos que analisam a produção de leite em Alagoas sob uma perspectiva espacial no nível municipal. A maior parte das análises empíricas concentra-se em outras regiões do país ou em estados específicos do Nordeste, deixando o caso alagoano relativamente pouco explorado em investigações que incorporam métodos de análise espacial (Lima et al., 2017). Diante disso, este estudo busca analisar a configuração espacial da produção de leite em Alagoas, investigando padrões de concentração, dispersão e dependência espacial entre os municípios. Especificamente, examina-se a distribuição espacial da produção de leite, do número de vacas ordenhadas e da produtividade média da bovinocultura leiteira nos anos de 2000, 2019 e 2024.

Metodologicamente, utiliza-se a Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), com base nos dados da Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Essa abordagem permite identificar padrões de autocorrelação e heterogeneidade espacial, evidenciando como o desempenho produtivo de um município pode estar associado ao comportamento de seus vizinhos, aspecto relevante para o planejamento regional e para a formulação de políticas públicas mais eficazes. Além desta introdução, o artigo

está estruturado da seguinte forma: a próxima seção apresenta a base teórica sobre desenvolvimento regional, espaço e território; em seguida, discute-se a trajetória histórica da pecuária leiteira em Alagoas; posteriormente, apresenta-se a revisão da literatura empírica; e, por fim, são descritos os procedimentos metodológicos e discutidos os resultados da análise espacial.

2. Revisão da Literatura

2.1 Desenvolvimento regional, espaço e território

Durante longo período, a análise econômica concentrou-se na dimensão temporal e no funcionamento dos mercados, tratando o espaço como neutro e presumindo que a mobilidade dos fatores corrigiria automaticamente as desigualdades regionais. Essa perspectiva, predominante nas abordagens clássicas e neoclássicas, fundamentou políticas universalistas aplicadas indistintamente entre regiões (Souza, 1981; Almeida, 2013). A partir da segunda metade do século XX, contudo, a persistência das desigualdades regionais, mesmo em contextos de crescimento econômico, passou a questionar essa interpretação. Nesse cenário, consolida-se a Economia Regional como campo de estudo, destacando abordagens que enfatizam interdependências produtivas, economias de aglomeração e especificidades territoriais, evidenciando que políticas homogêneas tendem a gerar resultados assimétricos ao desconsiderarem as particularidades regionais (Almeida, 2013; Focchezatto, 2010).

Nesse novo paradigma, o espaço deixa de ser entendido apenas como suporte físico das atividades econômicas. Conforme Coraggio (1988), o espaço é socialmente produzido, resultando das relações econômicas, sociais e políticas que nele se estabelecem. O território, portanto, não se define apenas pela dotação de recursos naturais, mas também pelas formas históricas de organização produtiva, pelos arranjos institucionais e pelas relações de poder que condicionam as oportunidades de desenvolvimento. Assim, o território passa a ser compreendido como uma construção social e histórica, na qual se expressam tanto as potencialidades quanto as limitações ao desenvolvimento regional. Consequentemente, a análise do desenvolvimento regional requer reconhecer que cada região apresenta trajetórias históricas e estruturas produtivas específicas.

No caso do Nordeste brasileiro, a organização do espaço foi historicamente condicionada pela especialização produtiva na monocultura da cana-de-açúcar voltada ao mercado externo. Conforme Furtado (2007), a economia açucareira concentrou-se nas áreas mais férteis e úmidas do litoral e da Zona da Mata, favorecida pela qualidade dos solos,

disponibilidade hídrica e facilidade de escoamento da produção. Em contraste, a pecuária desenvolveu-se como atividade complementar, deslocando-se para áreas mais afastadas do litoral, como o Agreste e o Sertão, onde desempenhou papel central na ocupação do território e na reprodução econômica das populações locais (Furtado, 2007; Prado Júnior, 1976).

Esse processo histórico contribuiu para a formação de estruturas produtivas desiguais entre as regiões, nas quais determinadas atividades se consolidaram de forma diferenciada no território. A interiorização da pecuária afastou a atividade do complexo canavieiro e reforçou seu papel econômico nas regiões interioranas, ao gerar renda e empregar mão de obra local (Furtado, 2007; Coraggio, 1988). Nesse contexto, a análise espacial torna-se fundamental para compreender como heranças históricas e estruturas produtivas influenciam o desenvolvimento regional (Sormani, 1977). À luz desse referencial teórico, torna-se possível compreender a organização das atividades produtivas a partir de suas especificidades territoriais e trajetórias históricas. Nesse sentido, a subseção seguinte apresenta a caracterização da pecuária leiteira alagoana, destacando sua evolução histórica, organização territorial e estrutura produtiva, elementos essenciais para entender a dinâmica espacial da atividade no estado.

2.2 A pecuária leiteira alagoana

A bovinocultura leiteira em Alagoas possui raízes históricas associadas ao processo de ocupação do território nordestino desde o período colonial. Conforme Lima et al. (2017), a pecuária semi-extensiva destacou-se como uma das principais atividades responsáveis pelo povoamento do interior da região. Nesse contexto, a produção de leite tinha inicialmente caráter complementar, voltado ao consumo familiar e à fabricação de derivados tradicionais, como coalhada e queijos, seguindo práticas herdadas da tradição europeia.

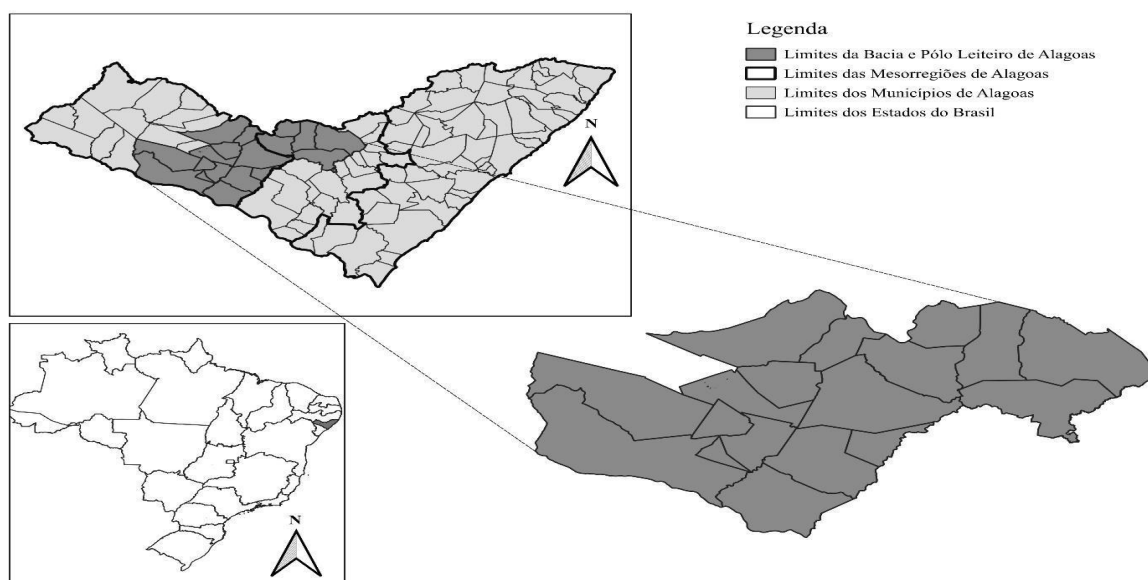
De acordo com Carvalho (2021), a pecuária desempenhou papel importante na expansão territorial de Alagoas, consolidando-se como atividade relevante da economia rural e presente em grande parte dos municípios do estado. A criação de gado deslocou-se progressivamente para o interior, sobretudo para o Agreste e o Sertão, em razão da expansão da cana-de-açúcar nas áreas litorâneas. Introduzida por volta de 1535 com a chegada das primeiras cabeças de gado trazidas por Duarte Coelho, a atividade expandiu-se do litoral em direção ao interior, contribuindo para o povoamento e a ocupação territorial da região.

Como resultado dessa dinâmica, a pecuária expandiu-se gradualmente pelo território alagoano e, já no século XVII, figurava entre as principais atividades econômicas da região (Carvalho, 2021). No início do século XX ocorreram transformações importantes, como a

disseminação da palma forrageira e a introdução de novas raças bovinas adaptadas ao semiárido. A introdução da palma doce no município de Água Branca por Delmiro Gouveia representou um marco na adaptação da atividade às condições climáticas do Sertão. Associadas ao melhoramento genético do rebanho, essas mudanças contribuíram para a modernização da pecuária e para o aumento da produtividade (Carvalho, 2021).

Na segunda metade do século XX, Alagoas já possuía uma bacia leiteira consolidada no semiárido, com destaque para municípios do Sertão e do Agreste, como Batalha, Major Izidoro, Santana do Ipanema e Palmeira dos Índios (Carvalho, 2021). A partir de iniciativas voltadas ao desenvolvimento regional, ocorreram avanços tecnológicos e organizacionais na cadeia produtiva, impulsionando a industrialização do leite e levando o estado a figurar entre os maiores produtores do país na década de 1970 (Ticianeli, 2017). Mais recentemente, a atividade passou a contar com maior participação da agricultura familiar e com a atuação de cooperativas, como a CPLA, criada em 2001. Atualmente, a Bacia Leiteira permanece concentrada nas mesorregiões do Sertão e do Agreste (Lima et al., 2017; Alagoas, 2017).

Figura 1 - Localização da Bacia e Pólo Leiteiro Alagoano



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados de Alagoas (2017).

Apesar da concentração do Polo Leiteiro de Alagoas nas regiões do Sertão e do Agreste, responsáveis por grande parte da produção de leite cru e pela geração de empregos no meio rural, a atividade leiteira está presente em praticamente todo o território estadual (ALAGOAS, 2017). Entre as décadas de 1990 e 2010, observou-se o retorno da pecuária bovina à Zona da

Mata açucareira, impulsionado pela instalação de laticínios e pequenas empresas do setor em municípios como União dos Palmares e Viçosa. Esse movimento contribuiu para fortalecer a participação da Zona da Mata na produção leiteira do estado (Carvalho, 2021).

Entretanto, segundo Vasconcelos Júnior (2017), a estrutura industrial dos laticínios alagoanos caracteriza-se predominantemente por unidades de pequeno porte, cuja produção atende principalmente aos mercados atacadista e varejista locais, com forte concentração na capital Maceió. O autor também destaca a presença significativa de produtores informais, geralmente pequenos fabricantes de produtos lácteos artesanais, que operam com baixo capital e reduzido número de trabalhadores formalizados. Esses agentes integram o chamado circuito inferior da economia e buscam gradualmente regularizar a produção e a comercialização dos derivados lácteos no estado.

Diante dessas especificidades produtivas e territoriais, compreender a dinâmica da pecuária leiteira em Alagoas requer situar o estado no contexto mais amplo da literatura empírica sobre produção leiteira. Assim, a subseção seguinte apresenta uma revisão de estudos realizados em diferentes escalas territoriais, com destaque para pesquisas que utilizam métodos de análise espacial, a fim de identificar padrões, abordagens metodológicas e lacunas que subsidiam a análise do caso alagoano.

2.3 Revisão de literatura empírica

Os estudos empíricos sobre a produção e a produtividade da pecuária leiteira no Brasil evidenciam, de forma consistente, a relevância da dimensão espacial para a compreensão da dinâmica do setor. Carvalho, Hott e Oliveira (2006) analisaram a concentração espacial da produção de leite no Brasil entre 1990 e 2004, com base nos dados da Pesquisa Pecuária Municipal (PPM/IBGE). Utilizando Sistemas de Informações Geográficas (SIG), os autores identificaram um deslocamento da produção das regiões tradicionais para novas fronteiras produtivas, com destaque para o Sul e o Centro-Oeste, além da consolidação de Minas Gerais como área central da atividade.

Bacchi (2019) investigou a distribuição e a dinâmica da produção de leite no Brasil, comparando os anos de 2000 e 2016, utilizando métodos de análise espacial. Os resultados indicaram maior concentração da atividade nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, enquanto Norte e Nordeste permaneceram associados a menores níveis de produtividade.

Mais recentemente, Andrade et al. (2023) analisaram a dinâmica espacial da produção e da produtividade leiteira no Brasil no período de 2011 a 2021, com base nos dados da

PPM/IBGE. Os autores identificaram crescimento modesto da produção nacional, acompanhado de elevada heterogeneidade espacial. Os resultados mostraram uma migração da atividade para regiões com maior intensidade tecnológica, sobretudo o Sul e o Sudeste, reforçando o papel da tecnificação como elemento central para o desempenho produtivo e a concentração regional da eficiência.

No recorte regional, os estudos voltados ao Sul do Brasil indicam processos de especialização e consolidação espacial ao longo do tempo. No Rio Grande do Sul, Almeida et al. (2021) analisaram a produtividade leiteira desde a década de 1980 até 2019, utilizando dados da PPM/IBGE e a AEDE, com o Índice de Moran Global e Local. Os resultados evidenciaram autocorrelação espacial positiva crescente, com a formação de *clusters* Alto-Alto concentrados na região Noroeste do estado e *clusters* Baixo-Baixo no Sudeste, indicando transbordamentos tecnológicos e especialização regional. Complementarmente, Favaretto e Bender Filho (2025) analisaram a distribuição espacial e o crescimento da produção de leite nas microrregiões gaúchas entre 1995 e 2020, utilizando QL, Gini Locacional e *Shift-Share*. Os autores identificaram aumento da concentração espacial e redução do número de regiões especializadas, com deslocamento da atividade para a metade Norte do estado e predominância dos ganhos de produtividade como principal motor do crescimento recente.

No âmbito estadual, diversos estudos aprofundam a análise espacial da pecuária leiteira. No Paraná, Capucho e Parré (2012) analisaram a produção de leite em 2002, utilizando dados do IBGE e do Iparde, por meio de modelos de econometria espacial (SAR e SEM). Os resultados confirmaram forte dependência espacial, indicando que o desempenho produtivo de um município é influenciado positivamente pelos municípios vizinhos, além do papel relevante da mão-de-obra familiar, do rebanho e da infraestrutura. Complementando essa agenda, Alves et al. (2020) investigaram os determinantes da produção leiteira no Paraná em 2017, utilizando dados do Censo Agropecuário e aplicando AEDE e o Modelo Durbin Espacial. Os resultados evidenciaram autocorrelação espacial positiva e *spillovers* regionais, além da importância da tecnologia, do crédito e da infraestrutura energética para a produção.

Mais recentemente, Clock e Zakovicz (2024) reforçaram esses achados ao identificar *clusters* produtivos e dependência espacial significativa no estado, utilizando AEDE e modelos SAR e Durbin, confirmando a relevância da localização e das interações espaciais para o desempenho produtivo. Em Minas Gerais, Ferraz (2010) analisou a distribuição espacial da produção de leite nos anos de 2002 e 2005, com base na PPM/IBGE e na base cartográfica GEOMINAS, utilizando o Índice de Moran Global e Local. O estudo identificou autocorrelação

espacial positiva e *clusters* Alto-Alto no Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, evidenciando a centralidade regional do estado na produção leiteira nacional. No Centro-Oeste, Ferreira, Miziara e Couto (2019) analisaram a distribuição espacial da pecuária em Goiás, utilizando dados das Guias de Trânsito Animal (GTA). Os autores identificaram *clusters* significativos de produção leiteira no Sul e Sudeste goiano, associados à maior tecnificação e melhores condições edafoclimáticas.

A literatura indica que a produção leiteira brasileira apresenta forte heterogeneidade e dependência espacial, sendo influenciada por tecnologia, infraestrutura e crédito. Tais fatores geram concentrações regionais e transbordamentos tecnológicos, demandando políticas públicas territorialmente diferenciadas. Apesar dos avanços em pesquisas nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, Alagoas permanece pouco explorado sob a ótica da análise espacial. Diante das desigualdades e limitações estruturais entre os municípios alagoanos, torna-se essencial identificar padrões de concentração e clusters produtivos no estado. Essa abordagem é fundamental para aprofundar o diagnóstico do setor e fundamentar estratégias governamentais orientadas às especificidades locais.

3. Metodologia

Para a condução metodológica deste estudo, utilizou-se a Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), que permite identificar padrões de autocorrelação espacial, clusters e outliers espaciais (Anselin, 1988). Além de sua dimensão estatística, a AEDE possibilita uma leitura territorial da atividade leiteira em Alagoas, evidenciando processos de concentração produtiva e diferenciação regional (Almeida, 2012). A análise baseia-se em medidas globais e locais de autocorrelação espacial, avaliadas por testes formais como o I de Moran global e o I de Moran local, também denominado Indicador Local de Associação Espacial (LISA). O I de Moran global mede o grau de interdependência espacial entre os valores de uma variável, variando entre -1 e +1 e testando a hipótese de independência espacial ($H_0: I = 0$). Valores positivos indicam associação entre áreas semelhantes, enquanto valores negativos apontam padrões espaciais contrastantes. Sua formulação incorpora a matriz de pesos espaciais e os desvios em relação à média da variável analisada. Formalmente, o índice é dado por:

$$I = \frac{n}{\sum \sum w_{ij}} \cdot \frac{\sum \sum w_{ij}(y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum (y_i - \bar{y})^2} \quad (1)$$

Onde, n é o número de unidades espaciais ou número de observações; y_i e y_j são os valores observados da variável dos municípios i e j ; $\bar{y}$ é a média do valor observado da variável

de interesse de todos os municípios; w_{ij} representa os elementos da matriz de peso espacial que define as relações de vizinhança, isto é, o peso espacial para o par de unidades espaciais i e j , medindo o grau de interação entre elas; com $i = 1, 2, \dots, n$ e $j = 1, 2, \dots, n$. Segundo Almeida (2012a), a autocorrelação espacial positiva indica que regiões com valores altos (ou baixos) de uma variável tendem a estar próximas de áreas com valores semelhantes, enquanto a autocorrelação negativa revela proximidade entre áreas com valores contrastantes. Contudo, a associação espacial global pode ocultar padrões locais. Nesse sentido, os indicadores locais permitem identificar clusters e outliers espaciais ao atribuírem estatísticas específicas a cada área. Para captar essas estruturas locais, Anselin (1995) propõe a decomposição do I de Moran em categorias que permitem identificar diferentes padrões de associação espacial, dado por:

$$I = \frac{(y_i - \bar{y}) \sum_j^n w_{ij} (y_j - \bar{y})}{\sum_j^n \frac{(y_i - \bar{y})^2}{n}} = n \cdot \frac{z_i \sum_j^n w_{ij} z_j}{\sum_j^n z_j^2} \quad (2)$$

Onde $z_i = (y_i - \bar{y})$ e $z_j = (y_j - \bar{y})$ são variáveis padronizadas e a somatória sobre j é tal que somente os valores dos vizinhos $j \in J_i$ são incluídos, em que o conjunto J_i abrange os vizinhos da observação i . Segundo Almeida (2012a), o LISA identifica clusters espaciais significativos, classificando-os em Alto-Alto (AA), Baixo-Baixo (BB), Alto-Baixo (AB) e Baixo-Alto (BA). Utilizaram-se dados dos 102 municípios de Alagoas para 2000, 2019 e 2024, analisando produção de leite, vacas ordenhadas e produtividade com base na PPM/IBGE, a fim de examinar mudanças na distribuição espacial dos clusters. Visto isso, o Quadro 1 abaixo apresenta detalhes sobre a construção das variáveis utilizadas nesta pesquisa.

Quadro 1 - Descrição das variáveis utilizadas

Variável	Descrição	Unidade medida	Ano
Leite (2000)	Quantidade da produção de leite	Litros (Mil)	2000
Leite (2019)	Quantidade da produção de leite	Litros (Mil)	2019
Leite (2024)	Quantidade da produção de leite	Litros (Mil)	2024
Vacas Ordenhadas (2000)	Quantidade de vacas ordenhadas	Cabeças	2000
Vacas Ordenhadas (2019)	Quantidade de vacas ordenhadas	Cabeças	2019
Vacas Ordenhadas (2024)	Quantidade de vacas ordenhadas	Cabeças	2024
Produtividade (2000)	Razão entre a produção de leite por vacas ordenhadas	Litros(Mil) /Cabeças	2000
Produtividade (2019)	Razão entre a produção de leite por vacas ordenhadas	Litros(Mil) /Cabeças	2019
Produtividade (2024)	Razão entre a produção de leite por vacas ordenhadas	Litros(Mil) /Cabeças	2024

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do IBGE (2025).

4. Discussão dos Resultados

Esta seção tem como objetivo expor os resultados do estudo. Sua análise está segmentada em duas partes. A primeira parte apresenta uma análise descritiva das variáveis empregadas, enquanto a segunda parte apresenta os resultados da análise exploratória de dados espaciais.

4.1 Análise descritiva

Esta seção analisa a evolução da produção de leite, do número de vacas ordenhadas e da produtividade nos municípios de Alagoas em 2000, 2019 e 2024. Entre 2000 e 2019, a produção estadual cresceu cerca de 177%, passando de 217,9 para 603,8 milhões de litros, com leve retração em 2024, conforme a Tabela 1. A produtividade aumentou de 1.358 para 2.410 litros por vaca até 2019, recuando para 2.278 litros em 2024. Os elevados desvios padrão indicam forte heterogeneidade municipal e concentração produtiva em algumas áreas.

Tabela 1 – Estatística descritiva das variáveis

Variável	Obs.	Média	Mínimo	Máximo	Desvio padrão
Leite (2000)	102	2.136,14	0	27.997	4.057,41
Leite (2019)	102	5.919,69	80	50.000	7.339,52
Leite (2024)	102	5.853,26	80	43.919	7.052,26
Vacas Ordenhadas (2000)	102	1.572,53	0	12.194	2.231,90
Vacas Ordenhadas (2019)	102	2.455,84	50	15000	2.463,20
Vacas Ordenhadas (2024)	102	2.569,30	41	17567	2.873,07
Produtividade (2000)	102	1,05	0,00	2,29	0,48
Produtividade (2019)	102	2,14	0,96	3,46	0,49
Produtividade (2024)	102	2,17	1,72	2,75	0,23

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do IBGE (2025).

A Figura 2 apresenta a distribuição espacial da pecuária leiteira nos municípios de Alagoas, considerando três dimensões da atividade: produção total de leite, número de vacas ordenhadas e produtividade média. A análise abrange os anos de 2000, 2019 e 2024, permitindo examinar a evolução territorial da atividade e identificar padrões de concentração e permanência regional.

Em 2000, a produção de leite estava fortemente concentrada nas mesorregiões do Sertão e do Agreste, responsáveis por cerca de 87,4% da produção estadual. Esse padrão reflete a formação histórica da bacia leiteira alagoana e a consolidação das bases produtivas nessas regiões (Lima et al., 2017). Os valores municipais variavam entre ausência de produção e aproximadamente 27,9 milhões de litros, indicando elevada desigualdade espacial. Em

contraste, municípios do Leste Alagoano apresentavam baixos níveis produtivos, associados à especialização regional na cultura da cana-de-açúcar (Carvalho, 2021).

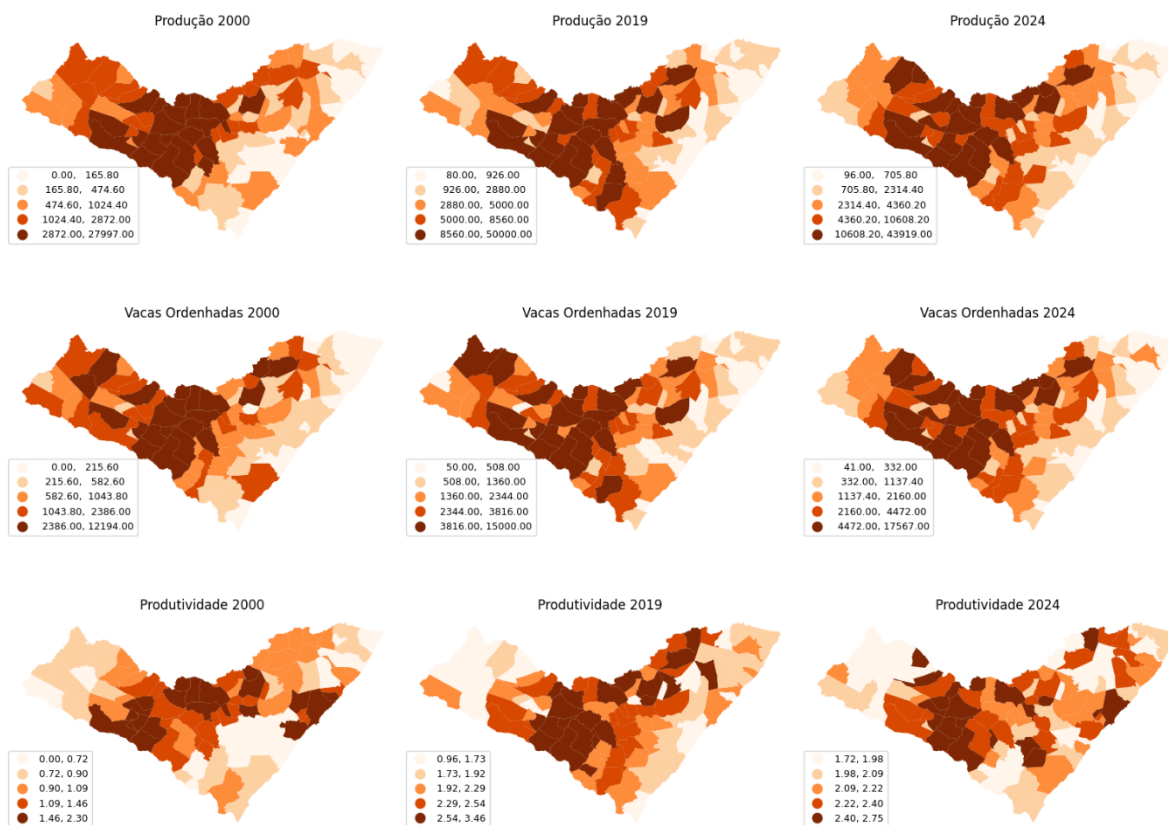
Em 2019, observa-se certa redistribuição espacial da produção, com ampliação do número de municípios com produção acima da média estadual e redução relativa das diferenças regionais. Ainda assim, Sertão e Agreste permaneceram como as principais áreas produtoras, consolidando-se como núcleo territorial do polo leiteiro. Em 2024, apesar de leve retração da produção total em relação a 2019, o padrão territorial manteve-se estável, reforçando a persistência da centralidade produtiva dessas mesorregiões. Esse comportamento pode estar associado a fatores conjunturais recentes, como aumento dos custos de produção e maior vulnerabilidade climática das áreas semiáridas (CONAB, 2023; IBGE, 2024).

O número de vacas ordenhadas apresentou crescimento contínuo entre 2000 e 2024, acompanhado de mudanças graduais na distribuição espacial do rebanho. Em 2000, o efetivo ordenhado também se concentrava no Sertão e no Agreste, com destaque para o município de Batalha, que possuía o maior número de vacas. Em 2019, ocorreu reconfiguração parcial dessa concentração, com deslocamento do maior efetivo para Palmeira dos Índios e redução da concentração extrema em poucos municípios, sugerindo redistribuição intra-regional da atividade (Neto et al., 2017). Em 2024, manteve-se a predominância regional do rebanho nessas mesorregiões, porém com maior dispersão espacial entre municípios com maiores efetivos.

A produtividade média do leite apresentou dinâmica espacial distinta da produção e do tamanho do rebanho. Em 2000, os municípios mais produtivos estavam dispersos entre as mesorregiões, sem padrão espacial definido. Em 2019, verificou-se maior concentração de elevados níveis de produtividade no Agreste e presença pontual de municípios eficientes no Sertão, indicando avanços tecnológicos seletivos nas áreas tradicionalmente leiteiras. Em 2024, consolidou-se um padrão de concentração moderada da produtividade nas áreas contíguas do Agreste e do Sertão, enquanto municípios do Leste permaneceram com níveis inferiores.

No agregado estadual, a produtividade média atingiu cerca de 2,17 mil litros por vaca ao ano, valor superior ao observado em 2019, porém ainda inferior à média nacional. Esse resultado indica que a expansão recente da atividade ocorreu sobretudo pela ampliação do rebanho, e não por ganhos proporcionais de eficiência, evidenciando a necessidade de políticas voltadas à difusão tecnológica e ao fortalecimento da assistência técnica nas regiões de menor desempenho.

Figura 2 – Distribuição espacial da produção de leite, do número de vacas ordenhadas e da produtividade nos municípios do estado de Alagoas, nos anos de 2000, 2019 e 2024.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do IBGE (2025).

4.2 Análise espacial da pecuária bovina leiteira em alagoas entre 2000, 2019 e 2024

A análise contempla a produção de leite (em mil litros), o número de vacas ordenhadas (em cabeças) e a produtividade média por animal. Conforme descrito na metodologia, a estimação do I de Moran global requer, previamente, a definição da matriz de pesos espaciais mais adequada à variável de interesse. Para isso, foram testadas diferentes convenções de vizinhança, Rainha (*Queen*), Torre (*Rook*) e k vizinhos mais próximos, conforme apresentado na Tabela 2. O critério de escolha seguiu o procedimento de Baumont (2004) *apud* Almeida (2012a), que recomenda selecionar a matriz capaz de captar a maior dependência espacial, isto é, aquela que apresente o maior valor do I de Moran global com significância estatística. Os resultados indicaram autocorrelação espacial positiva e significativa em todas as matrizes analisadas. Destacou-se a matriz de quatro vizinhos mais próximos, que apresentou o maior coeficiente, revelando maior capacidade de capturar a estrutura espacial. A rejeição da hipótese

de aleatoriedade espacial confirma a existência de padrões de similaridade regional e forte concentração territorial da atividade.

Tabela 2 - *I* de Moran Global univariado para produção de leite, vacas ordenhadas e produtividade nos anos de 2000, 2019 e 2024 em Alagoas

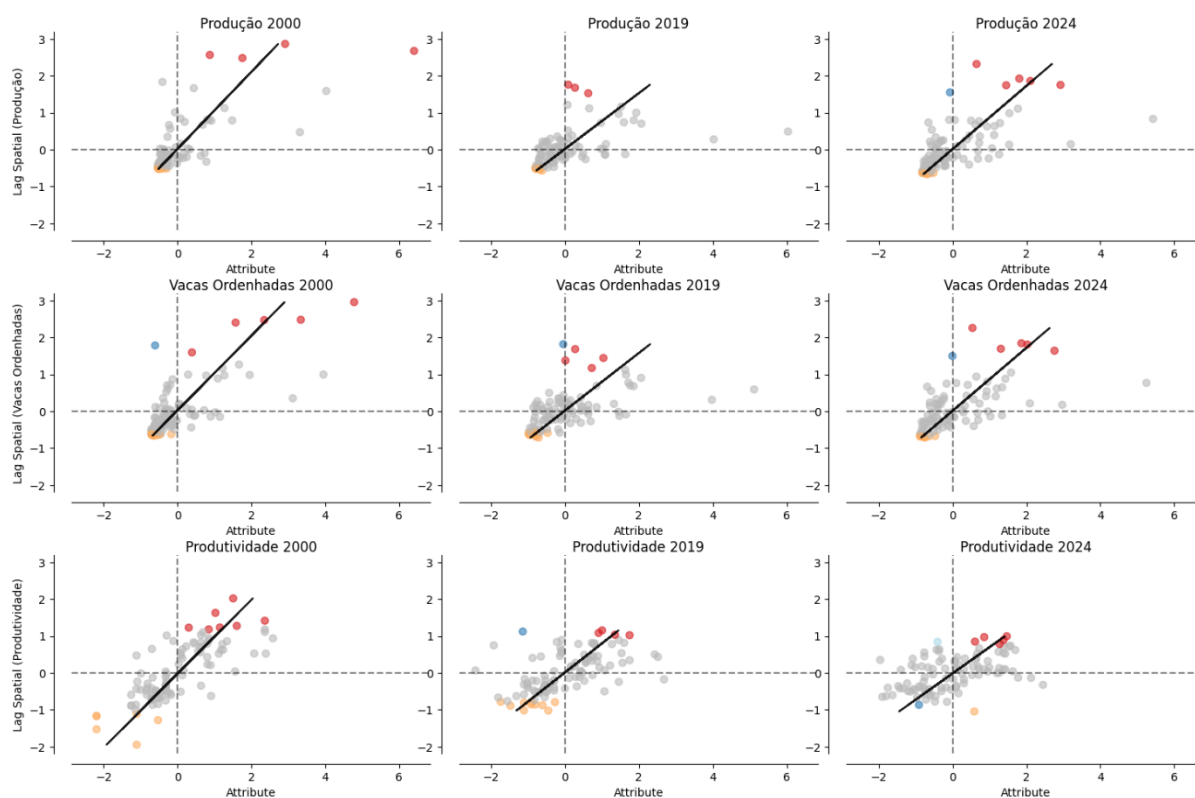
Produção de Leite						
Matriz	2000		2019		2024	
	<i>I</i> de Moran	Valor-p	<i>I</i> de Moran	Valor-p	<i>I</i> de Moran	Valor-p
Queen	0,438	0,001	0,265	0,001	0,432	0,001
Rook	0,46	0,001	0,262	0,001	0,441	0,001
k = 4	0,513	0,001	0,327	0,001	0,482	0,001
k = 7	0,416	0,001	0,258	0,001	0,389	0,001
k = 10	0,365	0,001	0,264	0,001	0,409	0,001
Vacas Ordenhadas						
Matriz	2000		2019		2024	
	<i>I</i> de Moran	Valor-p	<i>I</i> de Moran	Valor-p	<i>I</i> de Moran	Valor-p
Queen	0,476	0,001	0,314	0,001	0,43	0,001
Rook	0,502	0,001	0,309	0,001	0,439	0,001
k = 4	0,555	0,001	0,39	0,001	0,475	0,01
k = 7	0,473	0,001	0,292	0,001	0,382	1
k = 10	0,434	0,001	0,303	0,001	0,399	0,001
Produtividade						
Matriz	2000		2019		2024	
	<i>I</i> de Moran	Valor-p	<i>I</i> de Moran	Valor-p	<i>I</i> de Moran	Valor-p
Queen	0,573	0,001	0,397	0,001	0,244	0,001
Rook	0,579	0,001	0,389	0,001	0,247	0,001
k = 4	0,604	0,001	0,405	0,001	0,314	0,001
k = 7	0,526	0,001	0,366	0,001	0,262	0,001
k = 10	0,446	0,001	0,347	0,001	0,253	0,001

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do IBGE (2025).

A Figura 3 apresenta o diagrama de dispersão de Moran para a produção de leite em Alagoas, utilizando a matriz $k = 4$ vizinhos, escolhida por captar a autocorrelação espacial mais significativa entre as alternativas testadas. Observa-se autocorrelação espacial positiva nos três anos analisados, evidenciada pela inclinação ascendente das retas e pela predominância de municípios nos quadrantes Alto–Alto e Baixo–Baixo. O *I* de Moran da produção foi de 0,513 em 2000, caiu para 0,327 em 2019 e voltou a 0,482 em 2024, indicando redução temporária da dependência espacial seguida de retomada do padrão de concentração. Apesar de alguma dispersão na década de 2010, manteve-se a estrutura territorial concentrada, com áreas produtivas cercadas por municípios igualmente dinâmicos e regiões de baixa produção próximas entre si, refletindo a heterogeneidade e os diferentes níveis de eficiência da pecuária leiteira (Zoccal et al., 2008).

A quantidade de vacas ordenhadas apresentou autocorrelação espacial positiva em todo o período, com I de Moran de 0,555 em 2000, 0,360 em 2019 e 0,482 em 2024, seguindo padrão semelhante ao da produção: concentração inicial elevada, redução temporária e posterior intensificação. A distribuição dos municípios nos quadrantes confirma a reconfiguração espacial do rebanho sem ruptura do padrão histórico. Para a produtividade, os valores foram 0,604 em 2000, 0,405 em 2019 e 0,314 em 2024. A predominância dos quadrantes Alto–Alto e Baixo–Baixo indica persistência do padrão espacial da eficiência, embora com menor intensidade, evidenciando heterogeneidade estrutural duradoura na bovinocultura leiteira estadual.

Figura 3 - Diagrama de Dispersão de Moran da produção de leite, do número de vacas ordenhadas e da produtividade nos municípios do estado de Alagoas, nos anos de 2000, 2019 e 2024.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do IBGE (2025).

A ausência de autocorrelação espacial global pode ocultar padrões territoriais relevantes, razão pela qual se utiliza o I de Moran Local para identificar agrupamentos espaciais específicos (Almeida, 2012a; Anselin, 1995). A Figura 4 apresenta os clusters da produção de leite, do número de vacas ordenhadas e da produtividade nos municípios alagoanos em 2000,

2019 e 2024. Esses agrupamentos refletem não apenas diferenças produtivas, mas também trajetórias históricas de ocupação territorial, desigualdades institucionais e distintas formas de inserção dos municípios na economia leiteira. Assim, os clusters Alto–Alto (HH) e Baixo–Baixo (LL) revelam dinâmicas territoriais associadas à especialização produtiva, infraestrutura, acesso a políticas públicas e organização econômica local.

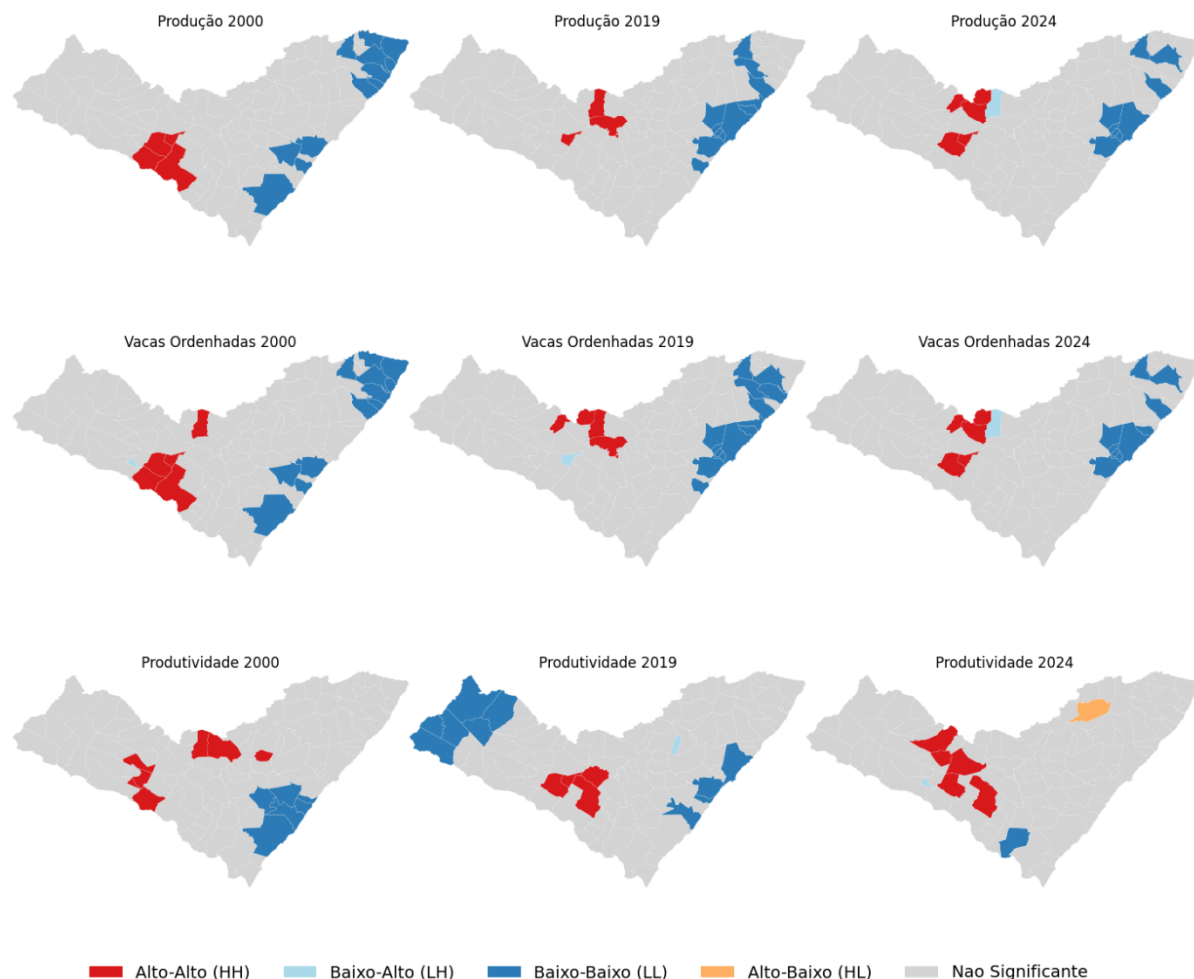
A pecuária leiteira em Alagoas apresenta padrão espacial persistente, marcado pela concentração de áreas de alta produção no interior e de baixa produção no Leste do estado. Esse arranjo reflete a formação histórica do Nordeste, caracterizada pela monocultura canavieira no litoral e pela expansão da pecuária no semiárido. A presença de clusters LL no Leste e HH no interior evidencia a continuidade desse processo histórico de interiorização da atividade pecuária (Furtado, 2007; Andrade, 1986).

Em 2000, observa-se um cluster HH relativamente restrito formado por municípios como Batalha, Belo Monte, Jaramataia e Traipu, configurando um núcleo produtivo na transição entre o Agreste e o Sertão. Esse agrupamento evidencia a centralidade histórica dessas áreas na economia leiteira estadual, associada à disponibilidade de pastagens, tradição pecuária e circuitos regionais de comercialização do leite (Gomes, 2001). Paralelamente, identifica-se um cluster LL concentrado no Leste Alagoano, especialmente em municípios da Zona da Mata e do litoral, caracterizados por baixos níveis de produção.

Em 2019, observa-se reorganização parcial desse padrão. O cluster HH reduz-se e desloca-se dentro do eixo Agreste–Sertão, indicando rearranjos territoriais na liderança produtiva. Ainda assim, a produção elevada permanece concentrada no interior, evidenciando persistência estrutural do padrão espacial. O cluster LL mantém-se expressivo no Leste do estado, refletindo a continuidade das desigualdades territoriais.

Em 2024, ocorre reexpansão do cluster HH e recomposição do núcleo produtivo interiorano no eixo Agreste–Sertão. Esse movimento sugere fortalecimento das áreas tradicionalmente especializadas, possivelmente associado à difusão tecnológica e à consolidação das cadeias produtivas do leite (Zoccal et al., 2008). A produtividade apresenta padrão espacial mais dinâmico, com intensificação tecnológica nas regiões interioranas e manutenção de núcleos mais eficientes, embora persistam diferenças estruturais entre os territórios.

Figura 4 – Mapa Cluster LISA da produção o de leite, do número de vacas ordenhadas e da produtividade nos municípios do estado de Alagoas, nos anos de 2000, 2019 e 2024.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do IBGE (2025).

5. Considerações finais

A pecuária leiteira desempenha papel relevante na economia de Alagoas e na dinâmica produtiva do Nordeste brasileiro. Suas origens remontam ao período colonial, quando a criação de gado e a produção de leite estavam voltadas principalmente ao consumo familiar e à fabricação de derivados tradicionais. Ao longo do tempo, a pecuária bovina expandiu-se pelo território alagoano, contribuindo para o povoamento do interior e para a organização econômica das regiões do Agreste e do Sertão, que se consolidaram como áreas centrais da atividade leiteira.

Atualmente, as mesorregiões que compõem a Bacia Leiteira e o Polo Leiteiro de Alagoas concentram grande parte da produção de leite cru do estado, gerando emprego e renda e atendendo parcela significativa da demanda regional. Nesse contexto, este estudo analisou o

padrão espacial da produção de leite bovino em Alagoas nos anos de 2000, 2019 e 2024, utilizando a Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) com base na Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM) do IBGE. A análise considerou três indicadores: produção de leite, número de vacas ordenhadas e produtividade média.

Os resultados indicam forte crescimento da produção leiteira ao longo do período. Em 2000, Alagoas produziu cerca de 217,9 milhões de litros de leite, volume que atingiu 603,8 milhões em 2019, representando aumento de aproximadamente 177%. Em 2024, a produção total alcançou 596,9 milhões de litros, registrando leve retração de 1,1% em relação a 2019, mas mantendo crescimento acumulado próximo de 174% em comparação ao início da série histórica.

Do ponto de vista territorial, a produção manteve-se concentrada nas mesorregiões do Sertão e do Agreste. Em 2000, essas regiões respondiam por cerca de 87,4% da produção estadual. Em 2019, observou-se maior polarização dos municípios com produção acima da média, acompanhada de expansão no Agreste Alagoano. Em 2024, mesmo com pequena redução no volume total produzido, o eixo Agreste–Sertão permaneceu predominante, confirmando a persistência da concentração territorial da atividade no interior do estado. O número de vacas ordenhadas também apresentou crescimento consistente. Entre 2000 e 2019, o rebanho ordenhado aumentou cerca de 56%, alcançando crescimento acumulado próximo de 63% em 2024. Embora inicialmente concentrado no Sertão e no Agreste, ao longo do tempo observou-se maior dispersão relativa entre municípios, ainda que os maiores contingentes permaneçam vinculados às regiões interioranas.

A produtividade do leite apresentou dinâmica espacial distinta. Em 2000, os municípios mais produtivos estavam dispersos entre as mesorregiões. Em 2019, verificou-se maior concentração de elevados níveis de produtividade no Agreste, refletindo avanços em manejo, melhoramento genético e organização produtiva. Em 2024, manteve-se a presença de núcleos de alta produtividade no interior, acompanhada da redução de áreas de baixa eficiência. A análise espacial também evidenciou dependência espacial entre municípios. A presença de clusters alto–alto e baixo–baixo indica aglomerações territoriais de municípios com características produtivas semelhantes. Municípios com elevada produção tendem a localizar-se próximos de outros com desempenho similar, destacando Sertão e Agreste como áreas de maior dinamismo, enquanto o Leste Alagoano apresenta níveis produtivos mais baixos.

Em síntese, entre 2000 e 2024 a pecuária leiteira alagoana passou por expansão da produção, crescimento do rebanho ordenhado e avanços de produtividade em algumas regiões,

especialmente no Agreste. Essas mudanças refletem transformações tecnológicas e institucionais no setor, reforçando a importância de compreender as dinâmicas espaciais da atividade para orientar políticas de desenvolvimento regional e fortalecer a sustentabilidade da cadeia produtiva do leite no estado.

Referências

ALAGOAS. Secretaria de Estado do Planejamento, Gestão e Patrimônio. *Estudo sobre Pecuária Leiteira de Alagoas*. Maceió: SEPLAG, 2017.

ALMEIDA, E. *Econometria espacial aplicada*. Campinas: Alínea, 2012a.

ALMEIDA, E. *Economia regional e urbana: teoria e métodos com ênfase no Brasil*. Campinas: Alínea, 2013.

ALMEIDA, E. S. Diagnóstico da pecuária leiteira dos municípios de Batalha, Major Izidoro e Caraíbas do Estado de Alagoas. 2012. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2012b.

ALMEIDA, M. de et al. Pecuária leiteira do Rio Grande do Sul: uma análise espacial da produtividade a partir da década de 1980. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL (SOBER), 59., 2021, Brasília. Anais [...]. Brasília: SOBER, 2021.

ALVES, L. R. et al. Atividade leiteira no Paraná: uma análise espacial e econométrica. *Redes, Santa Cruz do Sul*, v. 25, n. 3, p. 2432-2453, 2020.

ANDRADE, M. C. *A terra e o homem no Nordeste: contribuição ao estudo da questão agrária no Nordeste*. 7. ed. São Paulo: Atlas, 1986.

ANDRADE, R. G. et al. Evolução recente da produção e da produtividade leiteira no Brasil. *Revista Foco, Curitiba*, v. 16, n. 5, e1888, p. 1-12, 2023.

ANSELIN, L. Local indicators of spatial association – LISA. *Geographical Analysis*, v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995.

ANSELIN, L. *Spatial econometrics: methods and models*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1988.

ANSELIN, L.; SYABRI, I.; SMIRNOV, O. Visualizing multivariate spatial correlation with dynamically linked windows. *REAL Working Paper*, n. 02 T-8, University of Illinois, 2002.

ARAÚJO, T. B. *Ensaio sobre o desenvolvimento brasileiro: heranças e urgências*. Rio de Janeiro: Revan, 2000.

BACCHI, M. D. Análise espacial da produção de leite no Brasil. 2019. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Mapa do leite. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/mapa-do-leite>. Acesso em: 10 fev. 2026.

CAPUCHO, T. O.; PARRÉ, J. L. Produção leiteira no Paraná: um estudo considerando os efeitos espaciais. Informe GEPEC, Toledo, v. 16, n. 1, p. 112-127, 2012.

CARVALHO, C. P. Formação histórica de Alagoas. 6. ed. Maceió: EDUFAL, 2021.

CARVALHO, G. R.; HOTT, M. C.; OLIVEIRA, A. F. Análise espacial da concentração da produção de leite no Brasil e potencialidades geotecnológicas para o setor. Boletim de Conjuntura Agropecuária, Campinas, 2006.

CLOCK, C. F.; ZAKOVICZ, I. C. B. Pecuária bovina leiteira: uma análise econométrica espacial nos municípios e mesorregiões paranaenses. Contribuciones a la Economía, v. 22, n. 2, 2024.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Análise do mercado de leite e derivados. Brasília: CONAB, 2023.

CORAGGIO, J. L. Território e economia: a complexidade do desenvolvimento regional. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, n. 1, p. 45-62, 1988.

DANTAS, J. S. Congresso Internacional do Leite, 10., 2011, Maceió. Centro de Convenções, 26 out. 2011.

FAVARETTO, J.; BENDER FILHO, R. Produção de leite no Rio Grande do Sul (1995–2020): análise da distribuição espacial e crescimento. DRd – Desenvolvimento Regional em Debate, v. 15, p. 225-251, 2025.

FERREIRA, G. C. V.; MIZIARA, F.; COUTO, V. R. M. Ganado em Goiás: análise de distribución espacial y productiva. REDE – Revista Eletrônica do PRODEMA, v. 13, n. 2, p. 21-39, 2019.

FERRAZ, P. F. P. Análise espacial da produção leiteira: um estudo de caso no estado de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2010. Anais [...]. 2010.

FOCHEZATTO, A. Desenvolvimento regional: novas abordagens para novas realidades. Análise Econômica, v. 28, n. 53, p. 111-135, 2010.

FURTADO, C. Formação econômica do Brasil. 34. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

GOMES, S. T. Diagnóstico da cadeia produtiva do leite no Brasil. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa da Pecuária Municipal. 2023. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/tabelas>. Acesso em: 10 fev. 2026.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores agropecuários e conjuntura climática. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

KRUGMAN, P. Desenvolvimento, geografia e teoria econômica. Rio de Janeiro: Campus, 1995.

LIMA, C. M. D. de et al. A pecuária leiteira no estado de Alagoas. *Diversitas Journal*, v. 2, n. 2, p. 203-211, 2017.

NETO, J. R. M. de A. de et al. Sustentabilidade da pequena propriedade leiteira. *Revista Interdisciplinar do Direito – Faculdade de Direito de Valença*, Valença, v. 10, n. 2, 2017. Disponível em: <https://revistas.faa.edu.br/FDV/article/view/176>. Acesso em: 10 fev. 2026.

PRADO JÚNIOR, C. Formação do Brasil contemporâneo. 8. ed. São Paulo: Brasiliense, 1976.

SILVA, S. J. de M. Produção e produtividade do leite mundial: evolução neste milênio. Embrapa, 20 dez. 2022. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 23 ago. 2023.

SILVA, J. R. da. Análise SWOT da cadeia produtiva do leite em Alagoas: um enfoque na agricultura familiar. In: LIMA, C. M. D. de et al. (Org.). *Cultura e dinâmicas territoriais*. Arapiraca: Eduneal, 2021. p. 105.

SORMANI, H. Economia regional e urbana. São Paulo: Pioneira, 1977.

SOUZA, N. J. Desenvolvimento econômico. São Paulo: Atlas, 1981.

TICIANELI, E. A história do leite de Alagoas. *História de Alagoas*, 9 abr. 2017. Disponível em: <https://www.historiadealagoas.com.br>. Acesso em: 21 out. 2022.

VASCONCELOS JÚNIOR, N. A. Organização espacial da Bacia Leiteira no Semiárido de Alagoas. 2017. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2017.

ZOCAL, R. et al. A nova pecuária leiteira brasileira. In: BARBOSA, S. B. P.; BATISTA, A. M. V.; MONARDES, H. (Org.). *III Congresso Brasileiro de Qualidade do Leite*. Recife: CCS Gráfica e Editora, 2008. p. 85-95.