

**ANÁLISE ESPACIAL DA PRODUÇÃO LEITEIRA DOS MUNICÍPIOS
ALAGOANOS EM 2000 E 2019**

***SPATIAL ANALYSIS OF DAIRY PRODUCTION IN THE MUNICIPALITIES OF
ALAGOAS STATE IN 2000 AND 2019***

João Pedro de Amorim Lucena Lima

Graduando em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de Alagoas
joao.lucena@feac.ufal.br

Karliane Silva Souza

Graduanda em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de Alagoas
karliane.souza@feac.ufal.br

Keuler Hissa Teixeira

Prof. Dr. no Curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Alagoas
keuler.teixeira@feac.ufal.br

Grupo de Trabalho (GT): 4 - Mercados agrícolas e cadeias produtivas

Resumo

A pecuária leiteira é a segunda maior atividade rural geradora de empregos e renda de Alagoas, caracterizada com uma posição competitiva no mercado do Nordeste devido aos altos preços pagos aos produtores de leite do estado. Visto a importância e potencialidade do setor leiteiro para a economia alagoana, bem como a relevância da realização de estudos que ajudem na formulação de políticas públicas e investimentos que estimulem o crescimento da bacia leiteira alagoana, de forma a melhorar a qualidade de vida daqueles impactados pela atividade; que este artigo objetivou investigar a produtividade média do leite bovino de Alagoas. Para isso, foram utilizadas metodologias técnicas de estatística espacial da Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), que através do uso de dados da Pesquisa da Pecuária Municipal do IBGE, foi feita uma análise espacial referente à produção de leite, número de vacas ordenhadas e produtividade do leite dos 102 municípios do estado de Alagoas nos anos de 2000 e 2019, de modo a observar a evolução dessas variáveis e identificar possíveis mudanças na distribuição espacial dos clusters nesse período. Os resultados da análise de dados revelaram padrões espaciais claros na produção leiteira em Alagoas entre o período analisado, por meio da formação de *clusters* Alto-Alto no Sertão e Agreste Alagoano dedicada às atividades leiteira, assim como *clusters* Baixo-Baixo para essa atividade na mesorregião do Leste Alagoano.

Palavras-chave: Pecuária leiteira; Análise espacial; Alagoas.

Abstract

Dairy farming is the second-largest rural activity generating employment and income in Alagoas, characterized with a competitive position in the Northeast market due to high prices paid to the milk producers of the state. Recognizing the sector's importance and potencial from the dairy sector to the Alagoas economy, as well as the relevance of carrying out studies that help in the formulation of public policies and investments that stimulate the growth of the Alagoas dairy basin, in order to improve the quality of life of those impacted by the activity; this article aimed to investigate the average productivity of bovine milk in Alagoas. To this, Spatial statistical techniques, specifically Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA), were employed using IBGE's Municipal Livestock Survey data, a spatial analysis was carried out regarding milk production, number of milked cows and milk productivity in the 102 municipalities in the state of Alagoas in the years 2000 and 2019 in order to observe the evolution of these variations and identify possible changes in the spatial distribution of clusters during this period. The results of the data analysis revealed clear spatial patterns in dairy production in Alagoas between the analyzed period, through the formation of High-High clusters in the Sertão and Agreste of Alagoas dedicated to dairy activities, as well as Low-Low clusters for this activity in the mesoregion alagoano East.

Key words: Dairy farming; Spatial analysis; Alagoas.

1. Introdução

No que se refere aos componentes da alimentação da população, o leite bovino é com certeza um dos mais importantes, pois a intensa presença de cálcio em sua composição, torna-o um alimento fundamental nas etapas do desenvolvimento humano. Todavia, sua utilização não é apenas no nível nutricional da saúde das pessoas, mas também, o leite e seus derivados, com todas as fases de suas cadeias produtivas, possuem enorme importância efetiva na estrutura econômica de todos os estados brasileiros por possibilitar a geração de renda a partir da manutenção de milhares de postos de trabalho, principalmente no meio rural, onde está localizada a produção da matéria-prima, em que dessa forma caracteriza a bovinocultura leiteira como uma atividade relevante na estimulação da permanência e no melhoramento da qualidade de vida das populações no campo (Silva, 2021).

Certamente, o leite é um produto de alto destaque no Brasil, ao observar que de acordo com o Ministério da Agricultura e Pecuária, o país classifica-se como o terceiro maior produtor mundial de leite, com uma produção em cerca de 34 bilhões de litros por ano, presente nas localidades de 98% dos municípios brasileiros, o que soma mais de 1 milhão de propriedades produtoras de leite caracterizadas em maioria por pequenas e médias propriedades, além de empregar aproximadamente 4 milhões de pessoas (Brasil, 2023).

Esses números refletem a forma como a pecuária bovina é um dos setores mais relevantes da pecuária e da economia brasileira, a qual está presente em todas as regiões. O Brasil que hoje ocupa o lugar de maior possuidor de rebanho comercial do mundo com um registro recorde de mais de 234 milhões de cabeças em 2022, conforme IBGE (2023), teve sua bovinocultura implementada desde o período das grandes navegações no final do século XVI enquanto colônia portuguesa; época em que os bovinos chegaram ao Brasil juntamente com outros animais domésticos com o intuito de colaborar com a prática da produção de açúcar na região litorânea (Silva; Boaventura; Fioravanti, 2012).

Essa capacidade de rebanho viabiliza a alta produtividade do leite no país, a qual em dados atuais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil registrou no ano de 2022 uma produção de mais de 34,6 bilhões de litros de leite; em que a região Sul e Sudeste foram as que mais produziram no período com cerca de 11,6 bilhões de litros, seguido do Nordeste com 5,7 bilhões de litros, Centro-Oeste com 3,8 bilhões de litros e por fim, a região Norte com 1,7 bilhão de litros de leite (IBGE, 2023).

Na avaliação específica do Nordeste, os dados do IBGE (2023) apontam a Bahia como o estado que mais produziu em 2022 com um total de 1,2 bilhão de litros de leite, seguido de Pernambuco (1,1 bilhão de litros) e Ceará (1 bilhão de litros), enquanto na quarta posição dentre os nove estados da região, encontra-se Alagoas, com uma produção de 590 milhões de litros de leite em 2022. Os dados do IBGE (2023) revelam que o estado alagoano vem apresentando uma expansão surpreendente na produção do leite desde 2014, o que evidencia a potencialidade do setor leiteiro de Alagoas dentro da realidade nordestina, uma capacidade que deve ser explorada, visto que do mesmo modo, a atividade leiteira possui relevância socioeconômica para a economia interna do estado.

Segundo Lima *et al.* (2017, p. 204), em Alagoas, “a pecuária leiteira é a segunda maior atividade rural geradora de empregos e renda, perdendo apenas para a produção e cultivo da cana-de-açúcar”; desse modo, a produtividade do setor leiteiro alagoano conquistou um importante espaço na economia do estado, tanto que na produção de leite, Alagoas é considerada favoravelmente competitiva no Nordeste pelos altos preços pago aos produtores de leite, algo muito positivo, pois essa atividade pecuária utiliza-se de grande participação da

mão-de-obra familiar, o que fornece subsídios e assistências para a população do meio rural, além de gerar iniciativas de novas produções (Lima *et al.*, 2017).

Decerto, o setor leiteiro alagoano apresenta significativo potencial de crescimento na região; no entanto, conforme afirma a Secretaria de Estado do Planejamento, Gestão e Patrimônio (Alagoas, 2017), a atividade leiteira em Alagoas é caracterizada pela ausência de investimentos para o pequeno produtor familiar, bem como de ausência tecnológica na etapa de produção até a logística de distribuição. Lima *et al.* (2017) e Silva (2021) também apontam que o setor leiteiro de Alagoas carece de organização e estruturação produtiva, de diversificação industrial, de especialização produtiva em segmentos de média e baixa intensidade tecnológica, de mais investimentos em políticas públicas para suprir a falta de capacitação técnica nos interiores do estado, bem como é preciso mais investimentos em programas que levem profissionais para o campo. Além disso, é evidenciado a pouca publicação científica que discute a importância do leite para o Estado de Alagoas (Lima *et al.*, 2017).

Tendo em vista a relevância em fornecer um estudo sobre a produtividade do leite em Alagoas com o intuito de ajudar nas formulações de políticas públicas que gerem investimentos no crescimento da bacia leiteira alagoana, a qual trará incentivos na economia do estado e melhoramento da qualidade de vida daqueles impactados pela atividade; assim como, ao compreender que a bovinocultura leiteira alagoana necessita de maior divulgação científica, visto tratar-se de um tema carente de expressivo número de análises e de debates que expressem a potencialidade da produção de leite na agropecuária do estado (Almeida, Eraldo, 2012; Gomes, 2017; Lima *et al.*, 2017); este artigo propõe-se apresentar um estudo referente a produtividade média do leite bovino de Alagoas, por meio da Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), a partir dos dados da Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) relativos a produção de leite e ao número de vacas ordenhadas dos municípios alagoanos para os anos de 2000 e 2019.

A AEDE foi escolhida como ferramental para esta pesquisa, devido sua eficiência em determinar a configuração espacial da produtividade leiteira dentre as heterogeneidades das localidades do estado alagoano; afinal, o fator espaço geográfico é uma relevante variável a ser analisada no resultado do processo produtivo do leite nas regiões de Alagoas, a fim de colaborar na formulação e escolhas de políticas públicas, investimentos, procedimentos de extensão rural, melhorias na produção, entre outras ações que podem influenciar positivamente o setor. Dessa forma, o objetivo principal do trabalho é avaliar a atividade da pecuária leiteira do estado por meio do questionamento de como a produtividade de leite bovino está espacialmente distribuída nas regiões e municípios do estado de Alagoas.

Assim, para além dessa introdução, o artigo está estruturado na breve apresentação da contextualização da pecuária leiteira alagoana, na descrição dos procedimentos metodológicos utilizados e na discussão dos resultados da análise exploratória espacial realizada na pesquisa.

2. A pecuária leiteira alagoana

Em relação ao processo histórico da bovinocultura leiteira alagoana, de acordo com Lima *et al.* (2017), a pecuária semi-extensiva de Alagoas iniciou-se como uma das principais atividades econômicas realizadas pelo povoamento do território nordestino na época colonial. A atividade produtiva do leite, neste período, foi utilizada de maneira complementar para o abastecimento do consumo familiar e na fabricação de produtos derivados como a coalhada e queijos, ainda servidos nos modelos europeus.

Conforme afirma Carvalho (2021), a pecuária foi a atividade da colonização que mais ampliou na ocupação do território alagoano, estando presente em todos os municípios, o que tornou essa atividade como o segundo maior elemento de expressão econômica do segmento rural do estado. Nesse período, a bovinocultura foi a atividade pecuária da região alagoana que mais se destacou, a qual foi caracterizada com processos de deslocamentos para as localidades do interior, principalmente nas regiões do agreste e sertão, com a função de promover o povoamento distante do litoral, o qual necessitava de mais espaço para a produção de açúcar, além que a criação solta do gado destruía as plantações (Carvalho, 2021).

É datado por Carvalho (2021), que as primeiras cabeças de gado na região foram importadas por volta de 1535 pelo donatário de Pernambuco, Duarte Coelho. A partir disso, a pecuária bovina expandiu-se na antiga comarca de Pernambuco entre os pontos do litoral norte e o rio São Francisco, e depois espalhou-se para o sul pelos vales do rio Jequiá, São Miguel e Coruripe. Dessa maneira, os deslocamentos ocorriam em favorecimento da ocupação do território através de uma atividade produtiva, ao mesmo tempo que contribuía com o complexo açucareiro e afastava os índios para o interior (Carvalho, 2021).

Essa distribuição espacial do rebanho, de acordo com Carvalho (2021), ocasionou na expansão da pecuária no território alagoano, ao ponto de no século XVII ser a principal indústria de Alagoas, isto é, a mais diversificada e numerosa. Posteriormente, no início do século XX, por meio da disseminação da palma forrageira e a incorporação de novas raças de rebanho no agropastoril alagoano, ocorreu o adensamento do rebanho para o semiárido e os municípios sertanejos. Os exemplos disso foi o plantio inicial de palma doce no sertão por Delmiro Gouveia em Água Branca, que por ser uma planta mais resistente a seca, viabilizou a adaptação da criação de gado ao meio sertanejo; em sequência, pela criação de outras plantas resistentes à seca no agreste; as quais permitiram expressivamente o aumento da possibilidade de pecuária na região semiárida alagoana; em que, juntamente com um notável melhoramento genético do rebanho, resultou na qualidade da criação do gado leiteiro em bases modernas pelas décadas seguintes; permitindo, assim, inovações, maiores industrializações e o aumento de produtividade em larga escala. A partir disso, na segunda metade do século XX, Alagoas já registrava uma bacia leiteira no semiárido, com uma pecuária especializada na criação de leite centrada nas áreas rurais dos municípios de Batalha, Jacaré dos Homens, Major Izidoro, Santana do Ipanema, Olho D'Água das Flores e Palmeira dos Índios, caracterizados com solos mais espessos e umidade mais alta que a média da própria região (Carvalho, 2021).

Ticianeli (2017) descreve em seu texto como a história da industrialização do leite em Alagoas teve destaque no cenário nacional a partir da formação da indústria fundamentada em ações empreendedoras estabelecidas por regionalistas focados com o desenvolvimento local, foram atitudes revolucionárias para a época, ainda mais por atingir a região do semiárido, caracterizada com condições que estabeleciam perspectivas contra o sucesso do setor. O referido autor cita que foram diversos empreendedores que contribuíram para o aprimoramento tecnológico da indústria do leite em Alagoas, suas ações incluíram melhoramento na alimentação dos bovinos; criação de empreendimentos bem sucedidos; uso de veterinários especializados; realização da 1ª Exposição Agropecuária de Alagoas; importações de reprodutores de alto pedigree vendidos aos criadores alagoanos para a melhoria da qualidade genética do rebanho leiteiro; dentre outras iniciativas que tornou Alagoas o território com um dos maiores produtores de leite do Brasil em 1970 (Ticianeli, 2017).

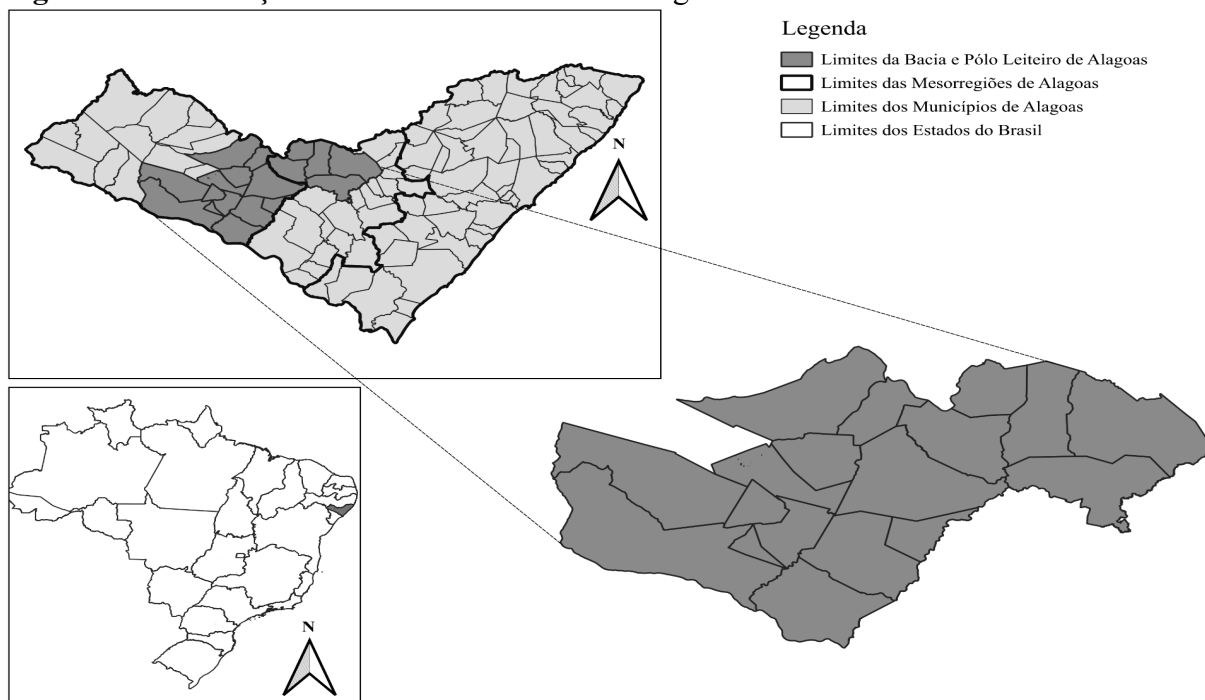
Ticianeli (2017) relata que Mair Amaral foi um importante pioneiro em Alagoas, ao instalar a Fazenda Boa Vista no município de Batalha, uma filial da Indústria de Laticínios Santa Maria. Esse investimento fez com que nos anos 80, por meio da melhora na qualidade

genética de rebanhos, a produção de leite em Alagoas alcançasse uma das maiores médias nacionais. Tanto que a exposição de animais em Batalha era referência em gado de leite. A partir disso, novos projetos e indústrias surgiram, o que foi fundamental para a evolução moderna da indústria do leite em Alagoas (Ticianeli, 2017).

Nos últimos anos, a indústria láctea de Alagoas e seu mercado, estruturaram-se a partir da integração da agricultura familiar, com o apoio do governo e formação de cooperativas. O exemplo iniciou-se em 2001, com a criação da Cooperativa de Produtores de Leite de Alagoas (CPLA), a qual: “buscou melhorar os rendimentos e aumentar a integração no processo produtivo, dos pequenos e médios produtores de leite e, das pequenas indústrias [...] como leite condensado, iogurte e leite em pó” (Lima *et al.*, 2017, p. 207). Assim como, atualmente, há em Alagoas programas que possuem como propósito promover o consumo de leite em crianças para combate à mortalidade infantil e desnutrição (Lima *et al.*, 2017).

Mais recentemente, de acordo com o estudo da Secretaria de Estado do Planejamento, Gestão e Patrimônio (Alagoas, 2017, p. 13), a atual região da Bacia Leiteira de Alagoas abrange 11 municípios dentre os 102 que o estado possui, são eles: “Batalha, Belo Monte, Cacimbinhas, Jacaré dos Homens, Jaramataia, Major Izidoro, Minador do Negrão, Monteirópolis, Olho D’Água das Flores, Palestina e Pão de Açúcar”; enquanto que o Pólo Leiteiro do estado é formado pelos municípios da Bacia Leiteira, exceto Palestina, em conjunto com os municípios de “Dois Riachos, Estrela de Alagoas, Igaci, Olivença, Palmeira dos Índios, Santana do Ipanema e São José da Tapera” (Alagoas, 2017, p. 13), conforme é possível visualizar a partir da Figura 1 abaixo, a qual demonstra a localização geográfica dos municípios da Bacia e Pólo Leiteiro Alagoano entre as três mesorregiões do estado: Sertão, Agreste e Leste Alagoano, respectivamente, da esquerda para a direita no mapa de Alagoas.

Figura 1 - Localização da Bacia e Pólo Leiteiro Alagoano



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

No entanto, apesar da concentração do Pólo Leiteiro de Alagoas no sertão e agreste, o qual é muito abrangente na produção de leite cru e emprega milhares de produtores rurais de

forma direta ou indireta, atingindo diretamente o consumo no Nordeste (Alagoas, 2017); a produção de leite está presente em quase todos os municípios alagoanos, principalmente com o retorno da pecuária bovina à zona norte açucareira do estado entre as décadas de 1990 e 2010 nas localidades que implementaram grandes laticínios e empresas menores, é o caso de municípios como União dos Palmares e Viçosa, movimento esse que fez da Zona da Mata uma região importante para a pecuária bovina em Alagoas (Carvalho, 2021).

Todavia, vale ressaltar que de acordo com Júnior (2017), a realidade recente das plantas industriais dos laticínios alagoanos é relativamente parecida e de pequeno porte, em que os alimentos lácteos produzidos no setor suprem, principalmente, o mercado atacadista e varejista do estado, com concentração na capital Maceió. O referido autor aponta que a produção leiteira alagoana concorre no mercado com diversos estabelecimentos informais constituídos por trabalhadores de baixo poder aquisitivo, com reduzidos empregados de carteira assinada e presentes em estabelecimentos em processo de mercantilização. São, geralmente, pequenos produtores na fabricação de alimentos artesanalmente, que por serem trabalhadores com baixo capital, operam no circuito inferior da economia e buscam regulamentar a produção e comercialização dos alimentos lácteos em Alagoas (Júnior, 2017).

3. Aspecto metodológicos e base de dados

3.1. Aspectos metodológicos

Para a metodologia deste trabalho, recorreu-se à técnicas de estatística espacial, por meio da Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE). A AEDE auxilia na compreensão de fenômenos espaciais a partir de um conjunto de técnicas empregadas para descrever as distribuições espaciais de variáveis, além de apontar padrões de correlação espacial, o que possibilita evidenciar a presença de *clusters* e *outliers* (Anselin, 1998).

Para capturar a ocorrência de tais associações, a referida técnica fornece medidas globais e locais de autocorrelação espacial, as quais podem ser verificadas através de testes formais de associação espacial, tais como os índices I de Moran global e I de Moran local, também conhecidos como Indicador Local de Associação Espacial – LISA, cujo objetivo principal do método é avaliar a atividade da pecuária leiteira no estado de Alagoas.

– Associação Espacial Global Univarida: I de Moran Global

A presença de autocorrelação espacial é medida geralmente por meio de estatísticas globais. Neste caso, os dados são analisados de maneira generalizada, avaliando a associação espacial de uma região inteira por meio de um indicador global conhecido por I de Moran Global. Este indicador analisa o nível de interdependência geográfica entre as variáveis de interesse, além de indicar a natureza e o grau de tal relação. Para calculá-lo, faz-se necessário aplicar a estatística I de Moran.

O índice I de Moran é a ferramenta mais utilizada para calcular a autocorrelação espacial e situa-se entre -1 a +1, testando a hipótese nula de que há independência espacial ou ausência de autocorrelação espacial ($H_0: I=0$) contra a hipótese alternativa de que existe uma dependência espacial ou presença de autocorrelação espacial ($H_1: I \neq 0$).

Portanto, valores do índice próximos a zero ou não significativos apontam para uma independência espacial, isto é, para uma ausência de autocorrelação espacial significativa entre

os valores da variável de interesse entre as regiões. Por outro lado, valores positivos e significativos do I de Moran assinalam uma dependência ou autocorrelação espacial positiva.

Em outras palavras, o valor da variável de interesse numa determinada região tende a ser similar aos de seus vizinhos. Já os valores negativos e significativos do I de Moran indicam a presença de uma autocorrelação ou dependência espacial negativa, isto é, o valor da variável em questão numa determinada região tende a ser diferente dos valores observados em seus vizinhos.

Formalmente este índice é expresso por:

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

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 $j = 1, 2, \dots, n$.

De acordo com Almeida (2012), uma indicação de autocorrelação espacial positiva demonstra que existe semelhança entre os valores da área estudada. Assim, regiões com valores altos da variável, são vizinhas de regiões com valores altos; e regiões com valores baixos, consequentemente são contíguas de regiões que apresentam valores baixos. Caso a autocorrelação espacial seja negativa, não existe semelhança entre os valores; ou seja, uma variável com alto valor em uma área é circundada por áreas com a variável de baixo valor.

– Associação Espacial Local Univariada: Indicador Local de Associação Espacial – LISA

A indicação de presença de associação espacial global pode demonstrar conformidade com padrões locais, porém, isso não é absoluto. Alguns casos de ausência de associação espacial global encobrem padrões locais de associação (Almeida, Eduardo, 2012). Os indicadores locais, diferentemente das estatísticas globais, fornecem um valor específico para cada área, o que possibilita a identificação de agrupamentos com valores similares (*clusters*) ou dissimilares (*outliers*) e de regimes espaciais, não observados por meio dos resultados globais. Para superar tal empecilho e identificar a ocorrência de autocorrelação local, Anselin (1995) propõe uma decomposição em categorias do indicador I de Moran, dado por:

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

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 (2012), esse indicador oferece uma evidência do

grau de agrupamento dos valores semelhantes em torno de uma observação, identificando *clusters* espaciais estatisticamente significativos.

Portanto, a partir dos resultados gerados pela estatística LISA, pode-se determinar quatro padrões de autocorrelação espacial, os quais indicam a formação de *clusters*. Estes padrões são definidos como Alto-Alto (AA) e Baixo-Baixo (BB) que apontam as regiões que apresentam uma associação espacial homogênea, isto é, regiões com valores altos/baixos da variável de interesse pertencente a uma vizinhança com valores também altos (baixos). Já os padrões Alto-Baixo (AB) e Baixo-Alto (BA) indicam padrões heterogêneos de associação espacial, isto é, localidades com valores altos/baixos da variável em análise localizados numa vizinhança com valores baixos (altos).

3.2. Dados e variáveis

Foram utilizados dados *cross-section*, relativos à demarcação regional dos 102 municípios do estado de Alagoas nos anos de 2000 e 2019. O objetivo principal consiste em conduzir uma análise exploratória espacial referente à produção de leite, número de vacas ordenhadas e produtividade do leite, com o intuito de examinar a evolução dessas variáveis e identificar possíveis mudanças na distribuição espacial dos *clusters* ao longo desse período.

Essas informações foram adquiridas junto à Pesquisa Pecuária Municipal (PPM) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 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	Fonte
Leite_00	Valor da produção de leite	Litros (Mil)	2000	IBGE
Leite_19	Valor da produção de leite	Litros (Mil)	2019	IBGE
Vo_00	Número de vacas ordenhadas	Cabeças	2000	IBGE
Vo_19	Número de vacas ordenhadas	Cabeças	2019	IBGE
produti_00	Razão entre a produção de leite por vacas ordenhadas	Litros(Mil) /Cabeças	2000	-
produti_19	Razão entre a produção de leite por vacas ordenhadas	Litros(Mil) /Cabeças	2019	-

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do IBGE (2023).

4. Resultados e discussões

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

Nesta seção, será apresentado o comportamento da produção de leite, o número de vacas ordenhadas e a produtividade do leite de vaca nos municípios do estado de Alagoas em diferentes períodos, que abrangem os anos de 2000 e 2019, com o objetivo de caracterizar a evolução dessas variáveis ao longo das últimas décadas. Desse modo, foi apresentado na Tabela 1 a seguir, alguns indicadores de estatística descritiva relativos à produção, ao número de vacas ordenhadas e à produtividade do leite em Alagoas, com os valores da média, mínimo, máximo,

observação e desvio padrão relacionadas às variáveis dos anos 2000 e 2019, as quais serão trabalhadas neste artigo.

A partir da análise dos dados, ficou evidente, que ao longo dos anos, a média de produção de leite bovino no estado alagoano aumentou em 181%, passando de 2,1 milhões de litros de leite em 2000 para 5,9 milhões de litros em 2019. Em relação ao número de vacas ordenhadas, observa-se um aumento de cerca de 60% em comparação com o ano de 2000. Já a produtividade no estado de Alagoas teve um aumento de aproximadamente 103%. Além disso, ainda na Tabela 1, os desvios padrão da produtividade de leite para os anos em análise apresentaram um grande número, demonstrando uma dispersão dos valores em relação à média. Em outras palavras, há uma variação substancial entre os municípios, alguns dos quais não tiveram produção alguma, registrando 0 litros (mil), enquanto outros apresentaram uma produtividade significativa; ao exemplo do município alagoano de Batalha, que registrou uma produção de 27.997 milhões de litros de leite em 2000.

O aumento do desvio padrão pode ser atribuído à concentração significativa de alta produção em determinadas regiões de Alagoas, enquanto outras áreas demonstram baixa produção. Essa discrepância ajuda a explicar a associação linear espacial do tipo alto-alto e baixo-baixo. Em resumo, a proximidade geográfica dos municípios com alta produção em uma região específica, contrasta com a proximidade de municípios com baixa produção em outras regiões, evidenciando uma tendência de aglomeração espacial, o que é expressivo no processo histórico da formação produtiva do leite dessas localidades.

Além disso, os dados do IBGE (2023) evidenciaram que a produtividade de leite no estado de Alagoas apresentou um número relativamente idêntico em comparação com a média nacional de 2.140 litros por cabeça.

Tabela 1 – Estatística descritiva das variáveis

Variável	Observações	Média	Mínimo	Máximo	Desvio padrão
Leite_00	102	2.136,14	0	27.997	4.057,41
Leite_19	102	5.919,69	80	50.000	7.339,52
Vo_00	102	1.572,53	0	12.194	2.231,90
Vo_19	102	2.455,84	50	15000	2.463,20
produti_00	102	1,05	0	2,29	0,48
produti_19	102	2,14	0,96	3,46	0,49

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do IBGE (2023).

A seguir serão apresentadas as distribuições espaciais por quantis da pecuária leiteira nos municípios alagoanos em três variáveis: produção, número de vacas ordenhadas e produtividade.

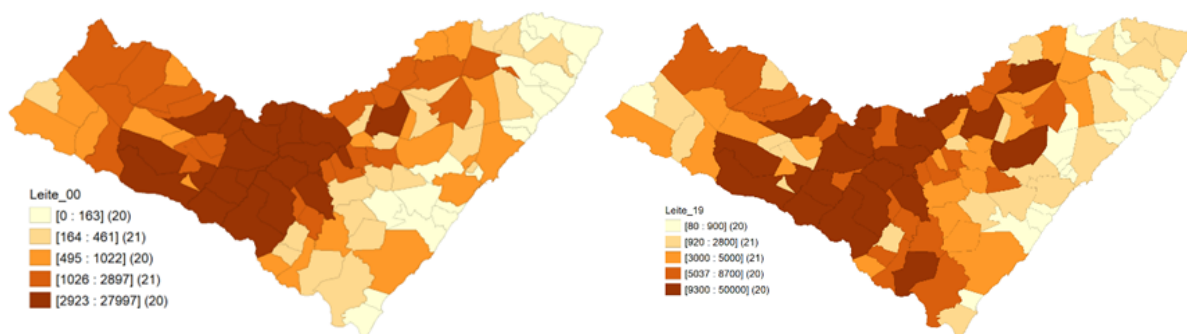
A Figura 2 expressa que para o ano de 2000, os maiores valores da produção de leite dos municípios alagoanos estavam concentrados entre as mesorregiões do Sertão Alagoano e do Agreste Alagoano, as quais apresentaram nesse período uma produção de 190 milhões de litros de leite, o que corresponde a 87,4% do total produzido no estado de Alagoas (IBGE, 2023). Os maiores valores da produção de leite dos municípios variaram de 0 (mil litros) a 27.997 (mil litros). A mesorregião do Leste Alagoano, na qual apresenta maior concentração de municípios, foi a que apresentou no período, os municípios com menores valores da produção leiteira no estado, dado em consonância com a formação histórica da região, em que predominou-se a atividade canavieira pela zona da mata e litoral (Carvalho, 2021). Já em relação à produção de leite no ano de 2019, foi possível analisar uma maior polarização dos municípios com produção acima da média, reduzindo a diferença de produção entre as

mesorregiões, o que pode indicar o resultado do retorno e avanço da atividade leiteira pela década de 2010 em algumas localidades do leste do estado (Carvalho, 2021).

Entretanto, a mesorregião do Sertão Alagoano e do Agreste Alagoano continuou apresentando a maior produção; regiões estas onde localiza-se a área do pólo leiteiro alagoano, formado, como supracitado, pelos municípios de Batalha, Major Izidoro, Cacimbinhas, Jacaré dos Homens, Belo Monte, Jaramataia, Estrela de Alagoas, Minador do Negrão, Monteirópolis, Olho D'Água das Flores, Pão de Açúcar, Dois Riachos, Igaci, Santana do Ipanema, Olivença, São José da Tapera e Palmeira dos Índios (Alagoas, 2017)

Logo, ao analisar a produção leiteira da mesorregião do Agreste Alagoano para o ano de 2019, por exemplo, é possível visualizar uma evolução de 77.397 milhões em 2000 para 257.977 milhões em 2019. Nesse mesmo período, as mesorregiões do sertão e agreste do estado apresentaram uma produção total de 446.589 milhões de litros de leite, o que corresponde a aproximadamente 74% do total produzido em Alagoas (IBGE, 2023), número representativo ao tratar-se da presença espacial da bacia leiteira alagoana.

Figura 2 – Distribuição espacial da produção de leite em alagoas em 2000 e 2019 (Mil litros)



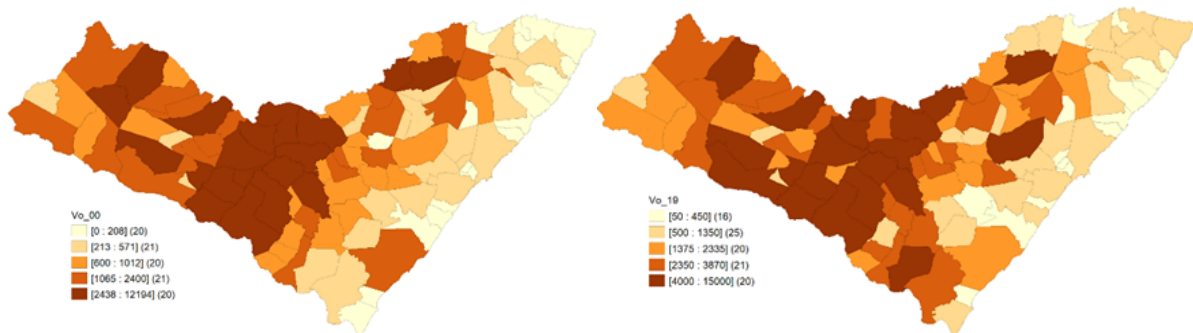
Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do IBGE (2023).

Em relação à análise da Figura 3 referente a vacas ordenhadas, pode-se constatar que no ano de 2000, Alagoas apresentou um total de 160.399 vacas ordenhadas, sendo o município de Batalha, possuidor da maior quantidade de rebanho bovino, com um total de 12.194 vacas ordenhadas. A partir da análise, fica evidente a concentração da quantidade de vacas na mesorregião do Sertão e Agreste Alagoano. Além disso, observa-se que, em 2000, o quinto quantil para quantidade de vacas ordenhadas no estado de Alagoas era composto por 19,6% do total de municípios de Alagoas. Esses municípios concentraram, aproximadamente, 64,7% da quantidade total de vacas ordenhadas no estado.

Ao analisar a quantidade de vacas ordenhadas no estado de Alagoas para o ano de 2019, é possível observar que o município com a maior quantidade de vacas ordenhadas mudou de Batalha para Palmeira dos Índios, com um total de 15.000 vacas ordenhadas. Assim como, ao analisar a figura correspondente, nota-se uma maior polarização dos municípios com um alto número de vacas ordenhadas. Isso resultou em uma diminuição da concentração de municípios entre as mesorregiões do Sertão e Agreste alagoano com alta taxa de quantidade de vacas ordenhadas, ocorrendo um deslocamento dos municípios que apresentam quantidade de vacas ordenhadas acima da média para o interior dessas mesorregiões. No entanto, é interessante notar que ocorreu uma redistribuição dos municípios com alta quantidade de vacas ordenhadas. Agora, os 20 municípios em destaque no quinto quantil representam aproximadamente 50,6% da quantidade total de vacas ordenhadas no ano de 2019. Esse cenário aponta para uma

mudança na dinâmica da produção de leite em Alagoas, com um maior número de municípios distribuídos geograficamente em vez de concentrados em regiões específicas.

Figura 3 – Distribuição espacial da quantidade de vacas ordenhadas em Alagoas em 2000 e 2019 (Cabeças)

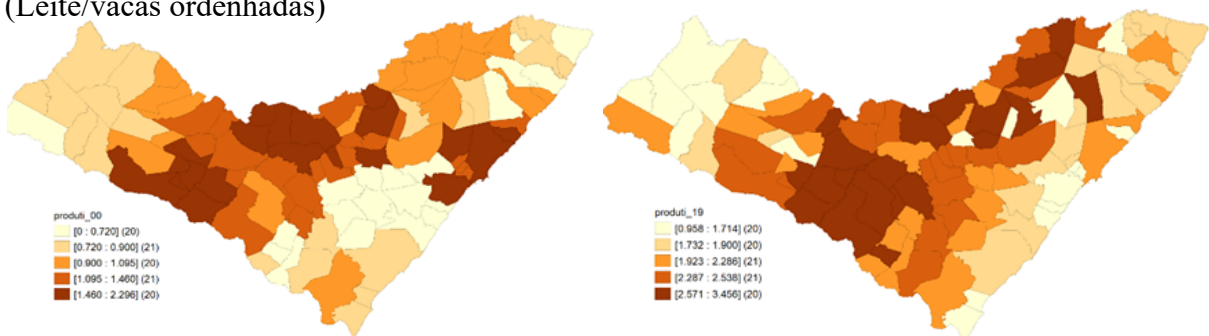


Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do IBGE (2023).

A Figura 4 apresenta a distribuição espacial da produtividade da produção leiteira em Alagoas, medido aqui pela razão entre a produção de leite por vacas ordenhadas no referido estado. Os dados revelaram que a distribuição da quantidade produzida comportou-se de forma diferente da distribuição do valor da produção de leite e da quantidade de vacas ordenhadas, principalmente no ano de 2000, em que os municípios com altas taxas de produtividades não apresentaram uma concentração específica em uma mesorregião, e sim, estavam divididos de forma abrangente nas três mesorregiões do estado. Outro destaque é o município de Batalha, que apresentou a maior produtividade ao extrair por ano 2,29 mil litros por vaca, o que está muito além da média do Brasil, uma vez que, segundo Oliveira (2022), a média da produtividade do Brasil no ano de 2000 estava em 1.140 litros por ano, entretanto, ao analisar a média da produtividade de Alagoas, foi possível concluir que o estado tem uma produtividade de 1.050 litros por ano, uma produção mais abaixo em relação com a média de produção do Brasil.

Já no ano de 2019, os municípios que apresentaram altas taxas de produtividades estavam concentrados na mesorregião do Agreste Alagoano, com apenas alguns municípios localizados no Sertão Alagoano, tendo o município de Pindoba como aquele com a maior produtividade nesse período, com uma produção de 3,46 milhões de litros de leite por ano, o que corresponde a uma produtividade maior do que a média do estado, em que terminou o ano com uma produtividade de 2,14 milhões de litros.

Figura 4 – Distribuição espacial da produtividade de leite em Alagoas em 2000 e 2019 (Leite/vacas ordenhadas)



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do IBGE (2023).

4.2. Análise espacial da pecuária bovina leiteira em Alagoas entre 2000 e 2019

A proposta de análise incide sobre a produção de leite em mil litros, o número de vacas ordenhadas em cabeças e a produtividade em termos de leite por vaca ordenhada. Como foi visto na metodologia, antes de calcular o índice de I de Moran global é preciso verificar qual a matriz de pesos espaciais melhor se adapta aos dados da variável de interesse. Para tanto, foram usados diferentes tipos de matriz de ponderação espacial, Rainha (*Queen*), Torre (*Rook*), k vizinhos mais próximos ($k=4$, $k=7$ e $k=10$), conforme evidenciado na Tabela 2. Assim, para escolher a melhor matriz de pesos espaciais, utiliza-se o procedimento descrito por Baumont (2004) *apud* Almeida, Eduardo (2012, p. 98), que busca escolher uma matriz que capte a maior parte da dependência espacial, ou seja, a matriz que fornecer o maior I de Moran global, e que seja significativa estatisticamente, essa deve ser a matriz utilizada no estudo. Como pode ser observado, na referida tabela é possível observar que, em todas as convenções espaciais utilizadas, o índice de I de Moran global foi estatisticamente significativo e positivo, indicando uma forte dependência espacial da variável em estudo. Destaque-se na tabela a matriz correspondente $k = 4$ vizinhos, que conseguiu capturar a relação espacial mais significativa. A dispersão da hipótese nula de aleatoriedade espacial, corroborada pelo valor positivo do I de Moran global, aponta para uma semelhança entre as regiões. Assim, regiões com valores altos (ou baixos) dessa variável estão circundadas por vizinhos que também apresentam valores altos (ou baixos) da mesma variável, evidenciando uma forte concentração espacial.

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

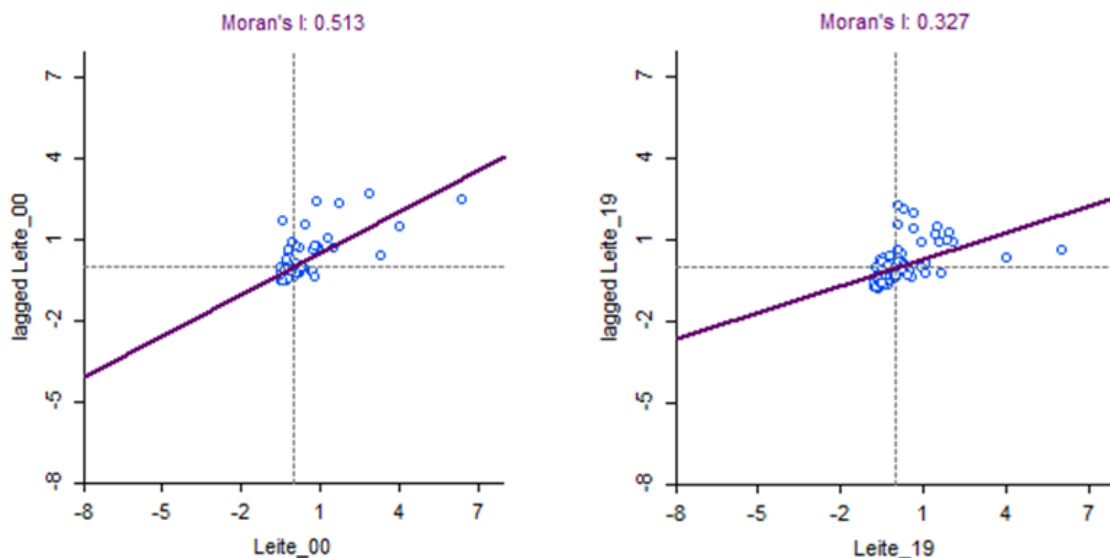
Produção de Leite				
Matriz	2000		2019	
	I-Moran	Valor-P	I-Moran	Valor-P
Queen	0,438	0,001	0,265	0,001
Rook	0,46	0,001	0,262	0,001
$k = 4$	0,513	0,001	0,327	0,001
$k = 7$	0,416	0,001	0,258	0,001
$k = 10$	0,365	0,001	0,264	0,001
Vacas Ordenhadas				
Matriz	2000		2019	
	I-Moran	Valor-P	I-Moran	Valor-P
Queen	0,476	0,001	0,314	0,001
Rook	0,502	0,001	0,309	0,001
$k = 4$	0,555	0,001	0,39	0,001
$k = 7$	0,473	0,001	0,292	0,001
$k = 10$	0,434	0,001	0,303	0,001
Produtividade				
Matriz	2000		2019	
	I-Moran	Valor-P	I-Moran	Valor-P
Queen	0,573	0,001	0,397	0,001
Rook	0,579	0,001	0,389	0,001
$k = 4$	0,604	0,001	0,405	0,001
$k = 7$	0,526	0,001	0,366	0,001
$k = 10$	0,446	0,001	0,347	0,001

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do IBGE (2023).

A Figura 5 apresenta o gráfico de dispersão de Moran, em relação à produção de leite no estado de Alagoas, no qual é usado a matriz $k = 4$ vizinhos. Essa escolha da matriz baseia-se na capacidade de capturar a autocorrelação espacial mais significativa entre várias matrizes analisadas de I de Moran global univariado, conforme descrito na Tabela 2. Assim, os resultados globais do I de Moran revelaram uma autocorrelação positiva de 0,513 para a produção de leite em 2000, enquanto para o ano de 2019, essa autocorrelação foi de 0,327. Desse modo, é evidenciado que a curva da reta de Moran é positiva, na qual confirma a presença de autocorrelação positiva na produção de leite nos anos de 2000 e 2019. Isso indica que municípios com alta (ou baixa) produção de leite estavam circundados por outros municípios que também apresentavam alta (ou baixa) produção, além disso, os resultados mostraram também que houve uma redução dessa dependência espacial no período analisado.

Os pontos representados no diagrama representam cada município do estado de Alagoas, assim, no ano de 2000, verificou-se que 18 dos 102 municípios estão dispersos no primeiro quadrante, enquanto 73 estão agrupados no terceiro quadrante. Já no ano de 2019, o primeiro quadrante apresentou 23 municípios de forma dispersa e no terceiro quadrante apresentou 57 municípios de forma agrupada.

Figura 5 - Diagrama de Dispersão de Moran da produção de leite em Alagoas entre 2000 e 2019 (Mil litros)



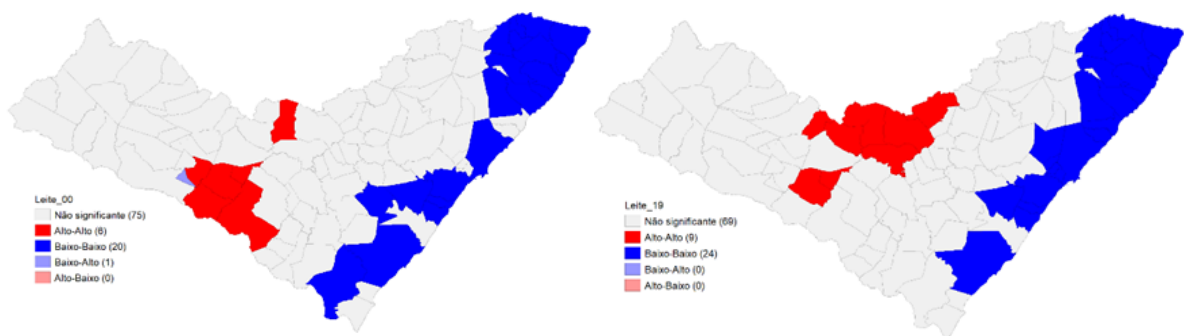
Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do IBGE (2023).

Como foi descrito na seção 3.1, alguns casos de ausência de associação espacial global encobrem padrões locais de associação (Almeida, Eduardo, 2012), portanto, para superar tal empecilho, será apresentado a seguir os resultados do I de Moran local para identificar a ocorrência de autocorrelação local, conforme proposto por Anselin (1995). Dessa forma, a ilustração na Figura 6, revela *clusters* que destacam a produção de leite no estado de Alagoas durante os anos 2000 e 2019. Logo, é possível notar que havia a presença de um agrupamento menor do tipo Alto-Alto em 2000, que abrangia uma parte específica da região entre o agreste e o sertão alagoano, sobretudo aqueles municípios que integram a bacia leiteira e o polo leiteiro de Alagoas. Esse agrupamento englobava 6 municípios em 2000, sendo que a cidade da Batalha alcançou a maior produção com 27 milhões de litros, enquanto Estrela de Alagoas registrou a menor produção com 3,918 milhões de litros. No ano de 2019, o agrupamento Alto-Alto passou

a incluir 9 municípios, com uma modificação em sua localização, estendendo-se ao longo da fronteira da mesorregião do agreste alagoano com o estado de Pernambuco. Assim, nessa configuração, Palmeiras dos Índios foi o município de maior produção de leite com um alcance de 50 milhões de litros, enquanto Dois Riachos apresentou a menor produção com 6,4 milhões de litros. Em 2000, esse agrupamento representava 36,30% de toda a produção de leite do estado, mas, em 2019, apesar de abranger mais municípios, sua relevância na produção de leite em relação ao total do estado diminuiu para 24,10%. Em geral, observa-se que a configuração espacial da produção leiteira permanece, predominantemente, entre os municípios pertencentes à bacia leiteira alagoana, entretanto, a análise também revelou uma mudança na distribuição geográfica dos líderes de produção e na participação relativa no total do estado. Tais mudanças nessa composição, pode refletir a adaptação dinâmica da indústria leiteira local, às condições econômicas, geográficas e tecnológicas.

Ainda na mesma figura, é possível observar um extenso agrupamento denominado Baixo-Baixo nos anos de 2000 e 2019, englobando 20 municípios em 2000 e 24 municípios em 2019, todos situados nas mesorregiões do Leste Alagoano. O cluster Baixo-Baixo inclui 19,60% dos municípios do estado, porém representou apenas 1,16% da produção total de leite. No ano de 2019, houve um aumento na quantidade de municípios pertencentes a esse agrupamento. Assim, a menor produção em 2019 entre os municípios desse agrupamento foi de 80 mil litros, o aumento do agrupamento causou uma redução da concentração dos municípios com produção alta. Esse resultado resultou em um aumento na representatividade da produção de leite pelo agrupamento Baixo-Baixo para 4,07%.

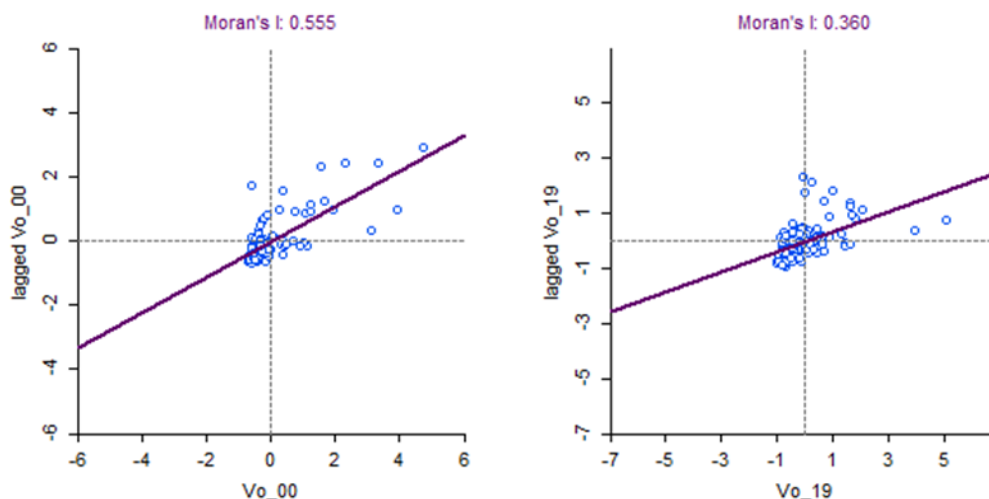
Figura 6 – Mapa *Cluster LISA* da produção de leite em Alagoas entre 2000 e 2019 (Mil litros)



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do IBGE (2023).

Os resultados da análise de *Moran* para quantidade de vacas ordenhadas apresentaram uma visualização positiva, conforme demonstra a Figura 7. Nesse contexto, em relação à quantidade de vacas ordenhadas no ano de 2000, a autocorrelação espacial foi de 0,555, enquanto para o ano de 2019, a autocorrelação foi de 0,360. Isso sugere uma maior tendência de agrupamento espacial em 2000. Logo, no ano de 2000, dos 102 municípios alagoanos, 20 desses estavam dispersos no primeiro quadrante do gráfico de dispersão e 64 municípios estavam agrupados no terceiro quadrante, exibindo diferentes padrões de distribuição da produção de leite em relação ao número de vacas ordenhadas. Por outro lado, em 2019, observou-se 26 municípios dispersos no primeiro quadrante e 46 municípios agrupados no terceiro quadrante, revelando uma possível evolução nos padrões de distribuição espacial da produção de leite ao longo dos anos.

Figura 7 - Diagrama de Dispersão de Moran da quantidade de vacas ordenhadas em Alagoas entre 2000 e 2019 (Cabeças)

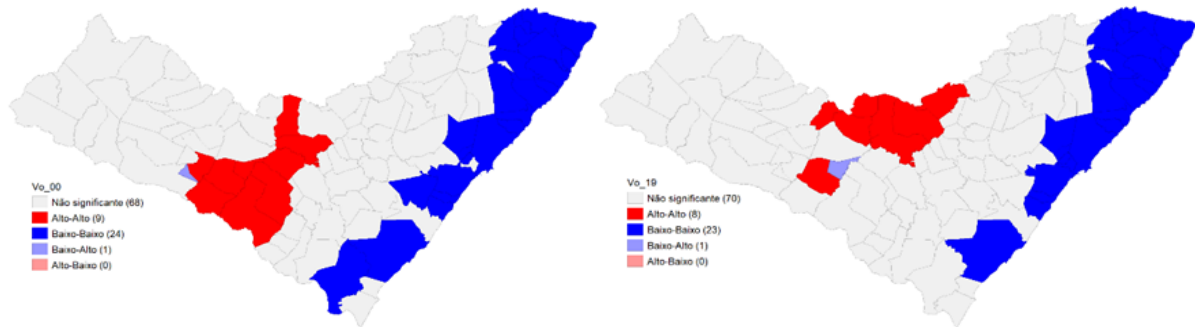


Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do IBGE (2023).

Após a análise da Figura 8, que ilustra os agrupamentos referentes à quantidade de vacas ordenhadas no estado de Alagoas nos anos de 2000 e 2019, foram identificadas algumas constatações. No ano de 2000, inspirou-se um agrupamento relativamente pequeno classificado como Alto-Alto, composto por 9 municípios localizados entre as mesorregiões do agreste e do sertão. O menor número de vacas ordenhadas neste agrupamento foi registrado em Estrela de Alagoas, com 2.441 vacas ordenhadas, enquanto o maior número foi em Batalha, com 17.000 vacas ordenhadas. A média de vacas ordenhadas para o agrupamento Alto-Alto ficou em cerca de 6.641 cabeças. Além disso, é destacado um agrupamento, consideravelmente extenso, classificado como Baixo-Baixo, que abrange 24 municípios do Leste Alagoano, com uma média de aproximadamente 228 vacas ordenhadas. Entretanto, no ano de 2019 aconteceu uma mudança na localização do agrupamento Alto-Alto, deslocando-se mais próximo à fronteira com o estado de Pernambuco, mantendo-se na mesorregião do agreste alagoano.

Dentro do agrupamento Alto-Alto, o município de Palmeiras dos Índios destacou-se com uma maior quantidade de vacas ordenhadas, atingindo um rebanho de 15.000 cabeças, enquanto que o município de Dois Riachos contabilizou uma quantidade menor, com 2.480 cabeças de vacas ordenhadas. Logo, a média de vacas ordenhadas para o agrupamento foi de aproximadamente 6.256 cabeças, evidenciando uma redução de 385 vacas ordenhadas em comparação com os resultados de 2000. Além disso, em 2019, foi apresentado um agrupamento Baixo-Baixo na mesorregião Leste alagoano, abrangendo 23 cidades e uma produtividade média de aproximadamente 389 vacas ordenhadas para o agrupamento Baixo-Baixo.

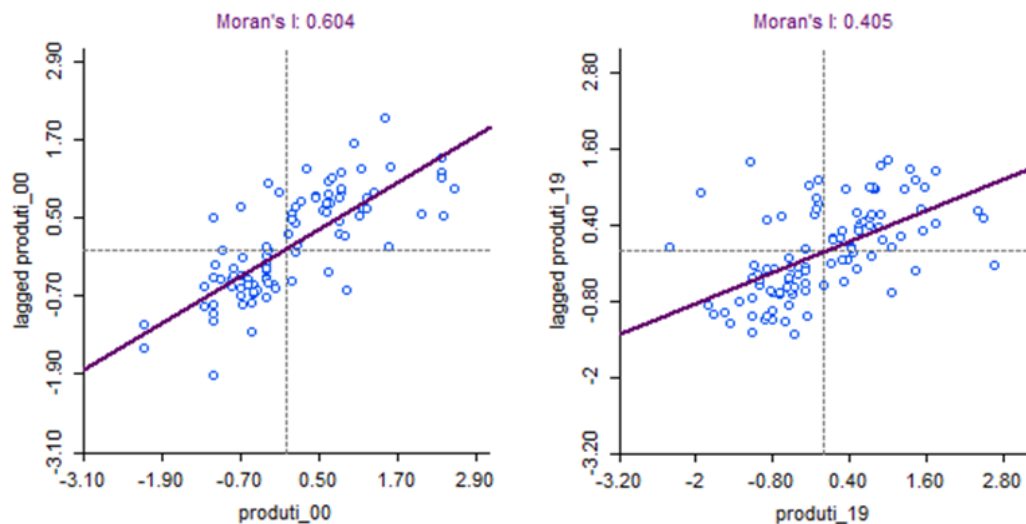
Figura 8 - Mapa *Cluster* LISA da quantidade de vacas ordenhadas (cabeças) entre 2000 e 2019



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do IBGE (2023).

Os resultados globais da análise de I de *Moran* revelaram uma autocorrelação positiva de 0,604 para a produtividade de leite no ano de 2000. Nesse ano, entre os 102 municípios alagoanos, aproximadamente, 39,2% estavam dispersos no primeiro quadrante do gráfico, enquanto 51,9% desses municípios estavam dispersos no terceiro quadrante. Em relação ao ano de 2019, a análise indicou uma autocorrelação de 0,4005 para a produtividade de leite. Nesse período, o primeiro quadrante continha cerca de 35,2% dos municípios de forma dispersa e o terceiro quadrante abrigava aproximadamente 46,0% dos municípios, também de forma dispersa. Esses resultados evidenciaram a presença de uma autocorrelação positiva na produtividade de leite nos anos de 2000 e 2019. Isso indica que municípios com alta (ou baixa) produtividade de leite estão geograficamente próximos a outros municípios que também apresentam alta (ou baixa) produtividade.

Figura 9 - Diagrama de Dispersão de Moran da produtividade do leite em Alagoas entre 2000 e 2019 (Leite/vacas ordenhadas)



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do IBGE (2023).

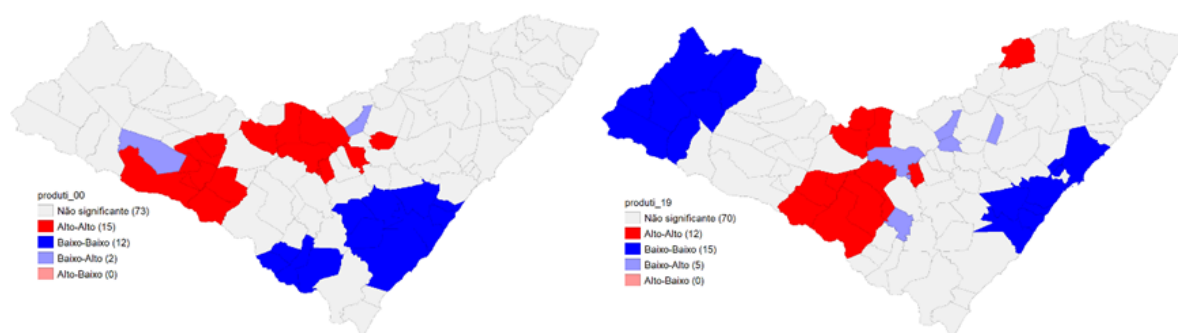
Para concluir a análise, a Figura 10 exibe a configuração de *clusters* relacionados à produtividade de leite em Alagoas. Os agrupamentos relativos à razão entre a produção de leite por vacas ordenhadas apresentaram variações significativas, sendo mais visíveis do que os agrupamentos da produção de leite em si. No ano de 2000, identificaram-se dois *clusters* Alto-Alto; um localizado no sertão alagoano, principalmente nos municípios atravessados pelo rio São Francisco, e outro na mesorregião do Agreste Alagoano, sobretudo nos municípios que

fazem fronteira com o estado de Pernambuco. O primeiro agrupamento apresentou uma produtividade variando de 1,45 mil litros por vaca, correspondente ao município de Olivença que apresentou a menor produtividade no cluster Alto-Alto, até 2,29 mil litros por vaca, registrando uma produtividade máxima no município da Batalha. Já o segundo agrupamento teve a produção máxima no município de Palmeira dos Índios, com 1,82 mil litros de leite, enquanto o município de Pindoba registrou o menor valor, com 1,20 mil litros. No ano de 2000, observou-se a presença de dois agrupamentos do Baixo-Baixo para a razão entre a produção de leite por vacas ordenhadas (produtividade da produção).

Em resumo, esses agrupamentos indicaram uma concentração de municípios com baixa produtividade. O primeiro deles está localizado na fronteira entre o Agreste Alagoano e Leste Alagoano, contando apenas com quatro municípios, os quais apresentaram uma produtividade média de 0,60 mil litros por vaca. Por outro lado, o segundo agrupamento Baixo-Baixo está situado principalmente no Leste Alagoano, sendo composto por oito municípios, com uma produtividade média de 0,54 mil litros por vaca ordenhada.

Quanto ao ano de 2019, identificam-se dois *clusters* com alta produtividade, principalmente na mesorregião do Agreste Alagoano, abrangendo 12 municípios. O primeiro agrupamento está situado em municípios fronteiriços com o estado de Sergipe, totalizando 7 municípios. Destaca-se o município de Girau do Ponciano, com uma produtividade de 3 mil litros por vaca ordenhada. Esse agrupamento possui uma produtividade média de 2,74 mil litros por vaca ordenhada. O segundo agrupamento encontra-se em uma área limítrofe com o estado de Pernambuco, compreendendo 3 municípios, com uma produtividade média de 2,52 mil litros por vaca ordenhada, sendo o município de Cacimbinha o mais destacado, com uma produtividade de 2,53 mil litros por vaca ordenhada. Em relação ao ano de 2019, também é possível observar dois *clusters* Baixo-Baixo, em relação a produtividade para a razão entre a produção de leite por vacas ordenhadas. O primeiro está localizado no Sertão Alagoano, com uma produtividade média de 0,23 mil litros, enquanto que o segundo agrupamento encontra-se no Leste Alagoano, com uma produtividade de 1,69 mil litros por vaca ordenhada.

Figura 10 - Mapa *Cluster* LISA da produtividade do leite em Alagoas entre 2000 e 2019 (Leite/vacas ordenhadas)



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do IBGE (2023).

5. Considerações finais

A pecuária leiteira alagoana é uma atividade significativa para a economia do estado e também para a região Nordeste, em que sua bovinocultura leiteira possui raízes históricas desde a época colonial, quando o leite era usado, principalmente, para o consumo familiar e a

produção de produtos lácteos tradicionais. Ao longo dos anos, a pecuária bovina expandiu-se para todos os municípios de Alagoas, desempenhando um papel crucial na ocupação do território e na promoção do povoamento no interior, especialmente no agreste e sertão alagoano.

As mesorregiões que compõem a Bacia Leiteira e o Polo Leiteiro de Alagoas, é a área mais proeminente na produção de leite cru, empregando milhares de pessoas e atendendo à demanda de consumo no Nordeste. Desta forma, a presente pesquisa objetivou analisar o padrão de comportamento espacial da produção de leite bovino no estado de Alagoas entre os anos de 2000 e 2019, por meio do ferramental Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) utilizando dados sobre a produção de leite, quantidade de vacas ordenhadas e produtividade do setor leiteiro do estado oriundos da Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM) do IBGE.

A análise detalhada dos dados relativos à produção de leite, número de vacas ordenhadas e produtividade do leite no estado de Alagoas nos anos de 2000 e 2019 revelaram diversas conclusões importantes sobre a evolução dessa atividade ao longo das últimas décadas.

Primeiramente, destaca-se o impressionante aumento na produção de leite bovino em Alagoas; a qual entre 2000 e 2019, a média da produção de leite cresceu expressivamente em uma elevação de 181% por meio do alcance de 5,9 milhões de litros para o ano de 2019. Isso sugere uma expansão significativa da indústria leiteira no estado durante esse período.

No ano 2000, a produção de leite estava concentrada nas mesorregiões do Sertão Alagoano e do Agreste Alagoano, representando 87,4% da produção total do estado. Contudo, em 2019, houve uma maior polarização dos municípios com produção acima da média, indicando uma redução nas disparidades regionais. Fato esse expressado pelo crescimento produtivo considerável ocorrido na mesorregião do Agreste Alagoano, que passou de uma produção de leite de 77.397 milhões para 257.977 milhões de litros em 2019.

Além disso, o número de vacas ordenhadas aumentou em cerca de 60%, o que demonstra a evolução da capacidade produtiva de leite no estado. A mudança também observa-se em 2000, quando a concentração de vacas ordenhadas estava principalmente nas mesorregiões do Sertão e Agreste Alagoano; no entanto, houve uma redistribuição dessas vacas, com uma maior dispersão geográfica em 2019. Embora os municípios com alta quantidade de vacas ordenhadas continuem nas mesorregiões do Sertão e Agreste Alagoano, a distribuição tornou-se mais equitativa, indicando uma descentralização da atividade.

Ademais, a produtividade leiteira variou significativamente entre os municípios alagoanos, Tanto que em 2000, municípios com alta produtividade estavam distribuídos nas três mesorregiões do estado, contudo, em 2019, observou-se uma concentração desses municípios no Agreste Alagoano, indicando uma melhoria nas técnicas de produção nessa região. Porém, apesar disso, foi observado uma diminuição na disparidade de produtividade entre as mesorregiões ao longo do tempo.

Visto isso, a análise espacial revelou forte dependência espacial em todas as variáveis analisadas. Os *clusters* identificados mostraram padrões claros de alta-alta e baixo-baixo, o que indica aglomerações entre municípios com características semelhantes. O movimento dos *clusters* ao longo dos anos refletem mudanças nas dinâmicas da produção leiteira em diferentes regiões do estado. Para além disso, a análise de autocorrelação espacial mostrou que a produção de leite está sujeita a padrões de agrupamento, com municípios de alta produção cercados por outros de alta produção e vice-versa. Isso destaca a influência da proximidade geográfica na atividade leiteira em Alagoas. Desse modo, regiões como o Sertão Alagoano e o

Agreste Alagoano destacam-se por sua alta produção, enquanto o Leste Alagoano apresenta valores de produção significativamente menores devido ao fato da sua economia ser pautada, principalmente, na produção canavieira e no turismo.

Em suma, a pecuária leiteira em Alagoas passou por transformações significativas entre 2000 e 2019. Ao exemplo da expansão na produção, da maior dispersão geográfica de vacas ordenhadas, além de melhorias na produtividade em algumas regiões, especialmente no Agreste Alagoano. Essas mudanças podem ser atribuídas a diversos fatores, como investimentos em tecnologia, acesso a mercados, políticas públicas e condições climáticas. Portanto, é fundamental que as autoridades e os produtores estejam cientes dessas mudanças para implementarem estratégias que promovam um crescimento sustentável e equitativo na indústria leiteira de Alagoas. Conclui-se, então, que a compreensão das dinâmicas espaciais e temporais são essenciais para orientar políticas eficazes, promover o desenvolvimento econômico em todas as regiões e garantir a sustentabilidade do setor a longo prazo.

6. Referências

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

ALMEIDA, Eduardo. **Econometria espacial aplicada**. Campinas: Editora Alínea, 2012.

ALMEIDA, Eraldo Saturnino de. **Diagnóstico da pecuária leiteira dos municípios de Batalha, Major Izidoro e Caraíbas do Estado de Alagoas**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Pós Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2012.

ANSELIN, Luc. Local indicators of Spatial Association – LISA. **Geographical Analysis**, 27 (2), 93-115, 1995.

ANSELIN, Luc. **Spatial Econometrics: Methods and Models**. Kluwer Academic, Boston, 1988.

ANSELIN, Luc; SYABRI, Ibnu; SMIRNOV, Oleg. Visualizing multivariate spatial correlation with dynamically linked windows. **REAL Working Paper**, no. 02 T-8, University of Illinois at Urbana- Champaign, 2002.

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: 20 set. 2023.

CARVALHO, Cícero Pércles de. **Formação histórica de Alagoas**. - 6. ed. Maceió, AL: EDUFAL, 2021.

GOMES, Cibele Cavalcante. **Análise da cadeia produtiva do leite na bacia leiteira do sertão alagoano no período de 1990 a 2010**. Monografia (Graduação em Ciências

Econômicas) - Unidade Educacional Santana do Ipanema - Campus Sertão, Universidade Federal de Alagoas, Santana do Ipanema, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa da Pecuária Municipal**, 2023. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/tabelas>>. Acesso em: 23 ago. 2023.

JÚNIOR, Nadson Alexandre Vasconcelos. **Organização espacial da Bacia Leiteira no Semiárido de Alagoas**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2017.

LIMA, Conceição Maria Dias de. *et al.* A pecuária leiteira no estado de Alagoas. **Diversitas Journal**, v. 2, n. 2, p. 203-211, 2017.

OLIVEIRA, Samuel José de Magalhães. **Produção e produtividade do leite mundial: evolução neste milênio**. Embrapa, 20. dez 2022. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1150233/1/Producao-e-produtividade-do-leite-mundial-evolucao-neste-milenio.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2023.

SILVA, José Ribeiro da. **Análise SWOT da cadeia produtiva do leite em Alagoas: um enfoque na agricultura familiar**. Cultura e dinâmicas territoriais, (Organizadores) Conceição Maria Dias de Lima et al.. Arapiraca, Eduneal, 2021. p. 105.

SILVA, Marcelo Corrêa da; BOAVENTURA, Vanda Maria; FIORAVANTI, Maria Clorinda Soares. História do povoamento bovino no Brasil Central. **Revista UFG**, v. 13, n. 13, 2012;

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