

Produção do Espaço e Dinâmica Regional


Análise espaço-temporal da dinâmica da produção de proteína animal no Estado do Maranhão


Space-temporal analysis of the dynamics of animal protein production in the State of Maranhão

Análisis espacio-temporal de la dinámica de la producción de proteína animal em el Estado de Maranhão

Maria Patrícia Pereira Castro^I , Carlos Augusto Alves Cardoso Silva^{II} ,
Paulo César Emiliano^{III} , Kamilla Andrade^{IV} 

^IUniversidade Estadual Paulista , São Paulo, SP, Brasil

^{II}Universidade de São Paulo , São Paulo, SP, Brasil

^{III}Universidade Federal de Viçosa , Viçosa, MG, Brasil

^{IV}Universidade Federal do Maranhão , São Luís, MA, Brasil

RESUMO

O conhecimento do quantitativo da produção de proteína animal em uma região quando apresentado em forma espacialmente explícita, permite a definição da alocação de fronteiras edafoclimáticas, zoneamento agrícolas e ações de políticas públicas. A presente pesquisa objetiva correlacionar, espacialmente, dados das produções de proteína animal no Estado do Maranhão no período de 2000 a 2020, evidenciando as regiões produtoras, aliadas ao Produto Interno Bruto (PIB) para os municípios maranhenses. A partir de informações referentes aos rebanhos de bovinos, caprinos, galináceos e suínos do banco de dados do Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC) foram realizadas análises, em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), demonstrando-se a autocorrelação espacial das variáveis referentes ao quantitativo da produção de proteína, por meio do índice de Moran. O índice de correlação espacial de Moran indica que o PIB teve maior correlação com o efetivo de bovinos (0,56), seguido de caprinos (0,34), suínos (0,29) e galináceos (0,16). A espacialização indicou elevada correlação espacial na região do município de Açailândia com destaque para produção de bovinos. Para o efetivo de caprinos, a concentração ocorreu na região leste do Estado. Para os galináceos, houve uma mudança da concentração da região Norte, migrando para região Sul maranhense (2020), caracterizando os circuitos espaciais da produção no segmento avícola da cadeia carne-grãos para o Estado do Maranhão. Por fim, o quantitativo de suínos — com menor representatividade produtivo espacial — se concentrou na região leste maranhense, apresentando reduzida expansão.

Palavras-chave: Autocorrelação espacial; Produção animal; Produto interno bruto

ABSTRACT

Knowledge of the quantity of animal protein production in a municipality, exposed in a spatially explicit form, allows the definition of spatial allocation regarding edaphoclimatic boundaries, agricultural zoning, and public policy actions. The research aims to spatially correlate data on animal protein production in the State of Maranhão in the period 2000 and 2020, highlighting the producing regions allied to the Gross Domestic Product (GDP) for the municipalities of Maranhão. Based on information regarding the herds of cattle, goats, chickens, and pigs from the database of the Maranhão Institute of Socioeconomic and Cartographic Studies (IMESC), the analyses were carried out in a Georeferenced Information System (GIS) environment, demonstrating the spatial autocorrelation of the variables of the quantity of protein production through the Moran Index. The Moran spatial correlation index recorded that GDP had the greatest correlation with the number of cattle (0.56), followed by goats (0.34), pigs (0.29), and chickens (0.16). The spatialization indicated the spatial correlation with the region of the municipality of Açailândia, with emphasis on cattle production. For the number of goats, concentration occurred in the eastern region of the state. Regarding the concentration of chickens, the highlight was in the southern region of Maranhão. Finally, the number of pigs, with the lowest spatial productive representation, was concentrated in the eastern region of Maranhão, with reduced expansion.

Keywords: Spatial autocorrelation; Animal production; Gross Domestic Product (GDP)

RESUMEN

El conocimiento de la cantidad de producción de proteína animal en una región municipal, expuesto de manera espacialmente explícita, permite definir la asignación espacial en cuanto a límites edafoclimáticos, zonificación agrícola y acciones de política pública. La investigación tiene como objetivo correlacionar espacialmente datos sobre la producción de proteína animal en el estado de Maranhão entre 2000 y 2020, destacando las regiones productoras combinadas con el Producto Interno Bruto (PIB) de los municipios de Maranhão. A partir de informaciones relativas a rebaños de bovinos, caprinos, pollos y cerdos de la base de datos del Instituto Maranhense de Estudios Socioeconómicos y Cartográficos (IMESC), se realizaron análisis en un ambiente de Sistema de Información georreferenciado (SIG), demostrando la autocorrelación espacial de la proteína cuantitativa. variables de producción, utilizando el Índice de Moran. El índice de correlación espacial de Moran registró que el PIB tuvo la mayor correlación con el número de bovinos (0,56), seguido del caprino (0,34), el porcino (0,29) y el pollo (0,16). La espacialización indicó la correlación espacial en la región del municipio de Açailândia, con énfasis en la producción ganadera. En cuanto al número de caprinos, la concentración se dio en la región oriente del Estado. En cuanto a la concentración de pollos, el destaque se produjo en la sureña región de Maranhão. Finalmente, el número de cerdos, con menor representación productiva espacial, se concentró en la región oriental de Maranhão, con reducida expansión.

Palabras-clave: Autocorrelación espacial; Producción animal; Producto interno bruto

1 INTRODUÇÃO

A produção, consumo e comércio mundial de proteína animal apresentam demanda crescente. No entanto, a escassez de terras disponíveis para a expansão da produção agrícola e a possibilidade de mudanças climáticas futuras, são fatores que

devem continuar influenciando de forma significativa a conjuntura do setor agrícola brasileiro nas próximas décadas (Talamini; Scheuermann; Martins, 2024).

Devido ao avanço dinâmico da fronteira agrícola brasileira no MATOPIBA — acrônimo usado para designar a região geográfica que recobre alguns municípios dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia — o estado do Maranhão, região com pendor para expansão do agronegócio nacional, possui 135 municípios inseridos na nova fronteira agrícola nacional (Belchior; Alcântara; Barbosa, 2017).

O Estado do Maranhão apresenta características que o distinguem de outras regiões do país, tais como a presença de áreas planas, condições edafoclimáticas adequadas para expansão agropecuária, proximidade de terminais portuários, terras com valor comercial relativamente baixo e possibilidade de escoamento da produção por meio de diferentes modais de transporte. Além disso, não é mais necessário desmatar vastas áreas para erigir novas cidades (Araújo, 2019a).

Considerando que a crescente demanda chinesa por importações de carne afetou o mercado global, elevando preços e estimulando o crescimento da produção e das exportações — inclusive do Brasil, que possui grande potencial e vantagens competitivas na produção —, torna-se fundamental analisar espacialmente o setor agropecuário brasileiro. Outras características, tais como os fatores produtivos em regiões favoráveis, aliados à forte interação entre os diferentes tipos de proteína animal demandados pelo mercado global também influenciam o setor agropecuário (Talamini; Scheuermann; Martins, 2024).

Em relação à produção de bovinos nacional, no ano de 2023 houve um aumento de 1,6%, em comparação com o ano de 2022, o maior patamar da série histórica da Pesquisa da Pecuária (IBGE, 2025). Os principais estados responsáveis por esse crescimento do rebanho do país foram o Mato Grosso, com 34,2 milhões de cabeças, ou 14,6% do efetivo nacional seguido pelo Estado do Pará com 10,6%, já o nordeste contou com 14,8% do montante. O acréscimo de 1,6% resultou em um total de 238,6 milhões de cabeças de gado em 2023 (Malafaia; Biscola, 2023; IBGE, 2025)

Em 2023, o efetivo de caprinos no Brasil foi de 12,9 milhões de cabeças, um crescimento de 4% em relação ao ano anterior. A maior parte desse rebanho concentrava-se na região Nordeste, perfazendo 96% do total. Neste mesmo ano, no estado do Maranhão, o efetivo caprino correspondia a 383,5 mil cabeças (IBGE, 2025b).

Quanto aos indicadores nacionais da produção e exportação de suínos em 2024, de acordo com a Embrapa (2025a), no mercado interno foram 5,3 milhões de toneladas produzidas, das quais 1,3 milhão de toneladas foram destinadas à exportação. O Brasil é considerado o quarto maior produtor mundial, sendo que a região Sul respondeu por 67% da produção total.

O panorama da produção nacional de frango de corte em 2024 registrou 15,3 milhões de toneladas produzidas, das quais 5,2 milhões foram exportadas. Segundo a Embrapa (2025b), o Brasil é o maior exportador mundial dessa proteína, cuja produção se concentra nos estados da região Sul, responsáveis por 59% do total.

No tocante à questão regional, Andrade *et al.* (2021) ressaltam que a região Nordeste apresenta forte vocação para a caprinocultura — atividade também praticada no território maranhense —, com municípios agrupados no quartel Q2¹, ou seja valores intermediários de produção, variando de 300 a 15 mil cabeças em 2016, (EMBRAPA, 2025c). Em grande parte dos casos, observam-se rebanhos de pequeno porte, associados a outras atividades em pequena escala, muitas vezes voltados à subsistência.

De maneira geral, o Maranhão apresenta posição geográfica e condições edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento de diversas atividades agropecuárias. No setor agropecuário e agroindustrial, destaca-se a criação de bovinos, inserida em uma nova dinâmica produtiva, cuja principal característica tem sido utilização de pastagens com gramíneas plantadas em grandes áreas. Em linhas gerais, a bovinocultura representa a atividade de maior relevância e destaque para o estado (Santos, 2010).

De acordo com IMESC (2021), no estado do Maranhão, a pecuária de corte correspondeu a 47,3% do faturamento — valor bruto da produção (VBP) — no

¹ O total da produção de caprinos divide-se em 4 quartéis, ordenados de Q4 a Q1, em que cada quartel reúne cerca de 25% do volume analisado em um número variável de microrregiões. O Q4 compreende as microrregiões de maior volume analisado Embrapa (2025c).

segmento pecuário, e a 16,3% da agropecuária. Em 2018, o valor total de rebanhos foi de 21.943.848 cabeças, esse valor se referente ao somatório de bovinos, bubalinos, equinos, suínos totais, caprinos, ovinos, e galináceos totais.

Nesse contexto, diante das crescentes dinâmicas econômicas globais em relação ao mercado de proteína animal (Talamini; Scheuermann; Martins, 2024), a presente pesquisa apresenta uma análise espacialmente explícita — por meio de mapas e estatística espacial — da dinâmica da distribuição espacial, das principais produções de proteína animal no estado Maranhão no período de 2000 a 2020, correlacionando-as aos valores do Produto Interno Bruto (PIB) dos municípios analisados.

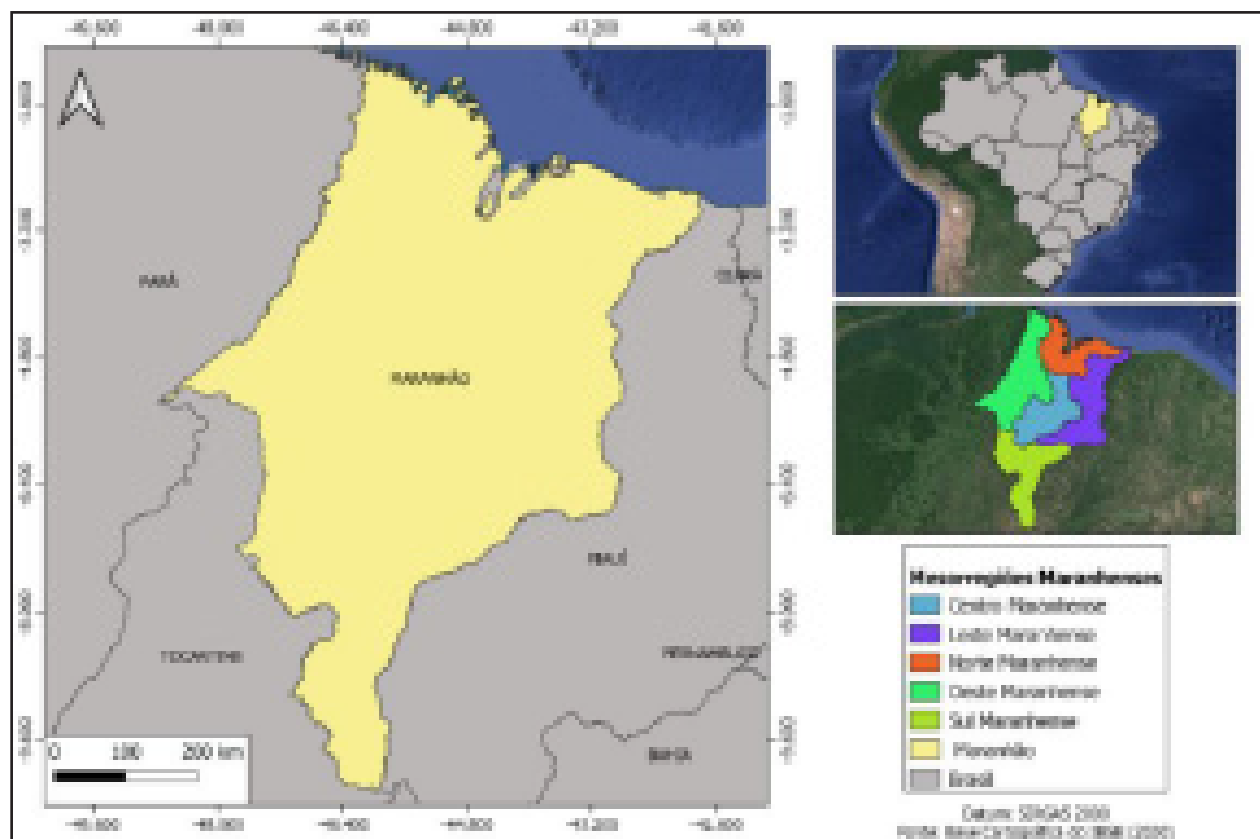
O presente artigo está estruturado nas seções de material e métodos, em que são descritas as análises em sistemas de informações geográficas e estatística espacial com rotinas em ambiente de softwares livres; em seguida, os resultados são apresentados com uma abordagem espacial das distribuições de produção animal do estado do Maranhão, considerando as seguintes proteínas: bovina, caprina, de galináceos e suína; por fim, as recomendações e considerações finais da pesquisa.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi conduzido no estado do Maranhão (Figura 1), localizado entre as coordenadas 1° 01' a 10° 21' Sul e 41° 48' a 48° 50' Oeste, limítrofe ao norte com o Oceano Atlântico (639,5 km), ao sul e sudoeste com o estado do Tocantins (1.060 km), a oeste com estado do Pará (798 km), e a leste e sudeste limita-se com o Piauí (1.365 km) (Araujo *et al.*, 2016). Segundo a classificação de Köppen-Geiger, o clima do Maranhão é caracterizado como subúmido seco, subúmido, tropical e equatorial úmido, onde as temperaturas médias anuais ultrapassam 24 °C, as maiores precipitações ocorreram no interstício entre os meses novembro a maio e as menores entre os meses junho a outubro, com totais médios anuais que variam de 800 mm a 2.200 mm (Nascimento, 2014).

Figura 1 – Mapa de localização do estado do Maranhão, Brasil



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

O Estado é dividido entre os biomas Amazônia (34,8%), Caatinga (1,1%) e Cerrado (64,1%), com a floresta amazônica ao noroeste, cerrado na região sul, vegetação de restinga e manguezais na região norte (Araujo, *et al.*, 2016). Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, o Maranhão apresenta clima do tipo Aw', tropical com chuvas de verão (Nascimento, 2014; Araújo, *et al.*, 2019).

O Maranhão apresenta temperaturas médias anuais que variam entre 17,5 °C e 29,5 °C e uma estação chuvosa que se distribui de forma distinta entre as regiões. No sul, as chuvas concentram-se entre dezembro e fevereiro; na região central, entre janeiro e março, na parte norte de fevereiro a abril; e, de março a maio na planície costeira (Araujo *et al.*, 2016).

2.2. Aquisição do banco de dados e processamento

Os dados e informações utilizados referem-se ao efetivo dos rebanhos de bovinos, caprinos, galináceos e suínos, os quais constituem-se nas principais fontes de produção e consumo de proteína animal no estado do Maranhão. Os dados, referentes aos anos de 2010 e 2020, foram obtidos através do banco de dados do Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC) (DataIMESC, 2021).

Após a aquisição dos dados, utilizou-se o *software* ArcMap (versão-PRO) para a análise dos dados, dividida nas seguintes etapas: 1) Reprojeção dos dados ao sistema UTM / SIRGAS 2000; 2) Criação de um banco de dados geográficos com geometria pontual no formato *shapefile*; 3) Tabulação dos dados; 4) Quantificação e concatenação dos registros.

2.3 Correlação espacial

Para avaliar a correlação espacial entre as variáveis de produção animal e o PIB dos municípios do estado do Maranhão, utilizou-se o índice de Moran (Equação 1) que mede a correlação espacial de uma variável y , com valores que variam de -1 a 1. Valores próximos de zero indicam ausência de autocorrelação espacial significativa entre os valores dos objetos e seus vizinhos. Valores positivos para o índice, indicam autocorrelação espacial positiva, enquanto que valores negativos, indicam autocorrelação espacial negativa. A expressão do índice de Moran é dada pela Equação 1 (Druck *et al.*, 2004).

(1)

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

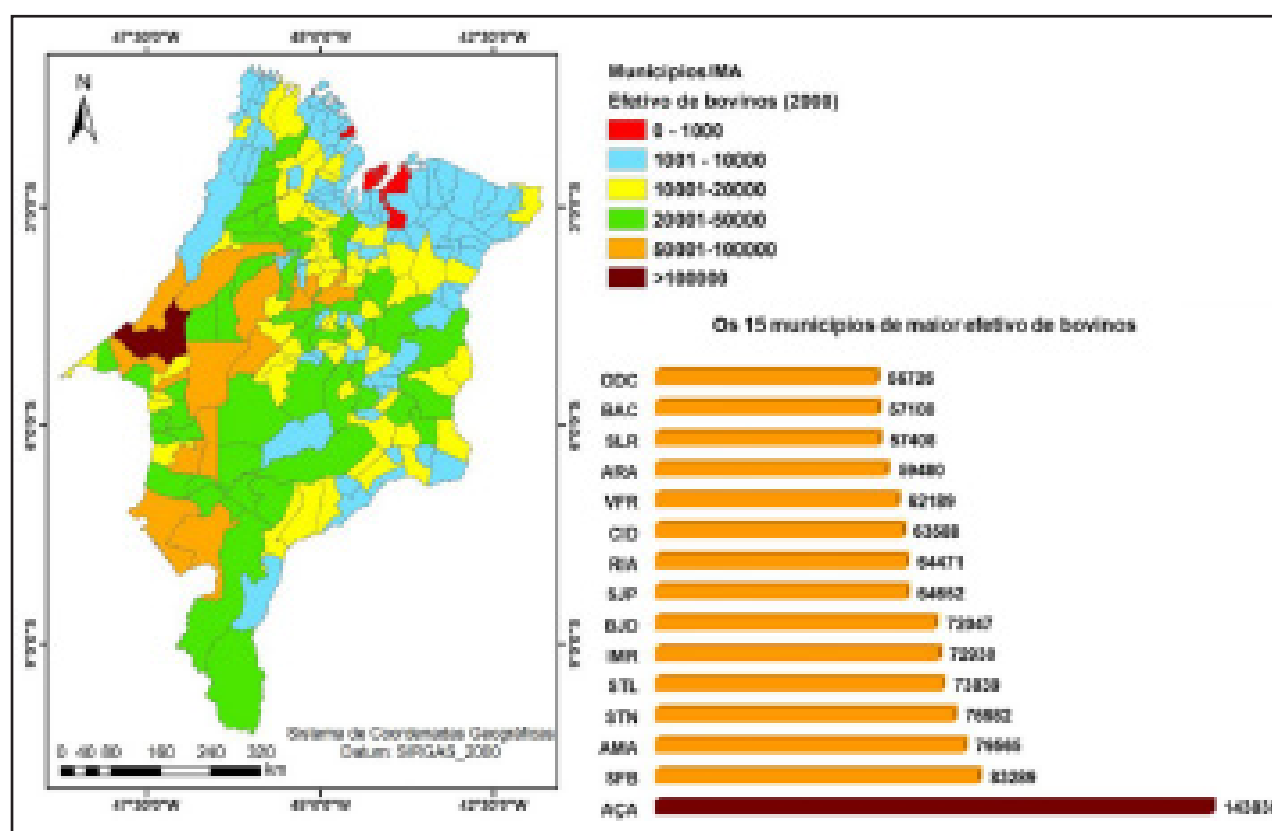
em que: $[n]$: é o número de áreas; $[y_i]$: é o valor do atributo considerado na área $[i]$; $[\bar{y}]$: é o valor médio do atributo na região de estudo; $[w_{ij}]$: é o elemento $[ij]$ da matriz de vizinhança normalizada. As análises do índice de Moran foram realizadas no software GeoDa 0.9 de Anselin, Syabri; Kho (2009).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Distribuição espacial

A distribuição estatística espacial do efetivo de bovinos no Estado do Maranhão, no ano de 2000, concentrou-se na região sudoeste, com arranjo de animais que variaram de 97 unidades para município de Raposa a 143.836 cabeças no município de Açailândia, seguido de São Francisco do Brejão (83.289), Amarante (79.565), Sítio Novo (76.982), Santa Luzia (73.839) e Itinga do Maranhão (72.930), (Figura 2). Já os municípios localizados nas regiões norte e parte do leste maranhense apresentaram menor quantitativo produtivo, com rebanhos de, no máximo 10.000 cabeças.

Figura 2 – Distribuição espacial do efetivo de bovinos nos municípios do estado do Maranhão e os 15 municípios com maior número de animais no ano de 2000



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Legenda: *AÇA - Açailândia; SFB - São Francisco do Brejão; AMA - Amarante do Maranhão; STV - Sítio Novo; STL - Santa Luzia; IMR - Itinga do Maranhão; BJD - Bom Jardim; SJP - São João do Paraíso; RIA - Riachão; CID - Cidelândia; VFR - Vitorino Freire; ARA - Arame; SLR; Senador La Roche; BAC - Bacabal; ODC - Olho d'Água das Cunhãs

Dentre as classes de efetivo de bovinos a que possui maior número de municípios é a que varia de 1.001 a 10.000 animais, com um total de 88 municípios, localizados principalmente na região Norte, Litorânea e parte do Leste maranhense. A segunda classe de maior destaque é a subsequente a anterior (10.001 a 20.000 bovinos), com 58 municípios. Por outro lado, a classe maior que 100.000 animais, foi a que registrou o menor número de municípios, possuindo apenas um (município de Açailândia). É possível notar uma expansão do rebanho bovino, principalmente nas cidades vizinhas ou próximas a Açailândia, ocorrendo uma expansão para a região Sul e Central do Estado.

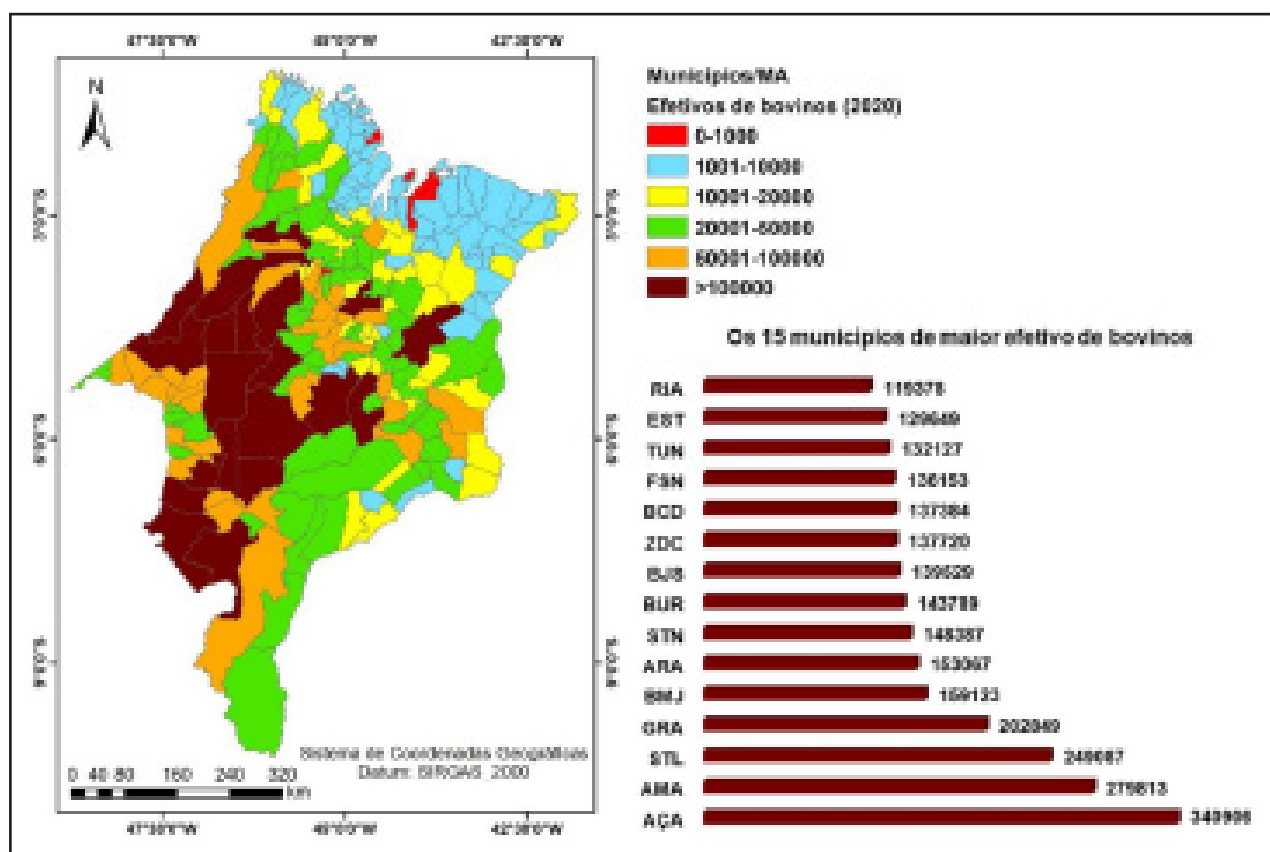
As cidades com menor efetivo de rebanho localizam-se na região norte do Maranhão, tais como as cidades de Raposa, São Luís e São José de Ribamar. Essa região é economicamente dependente do turismo, com destaque para o comércio - expresso pelo elevado número de lojas, o artesanato, a pesca, e pequenas fábricas de renda de bilro, além de atividades de recreação. Ademais, o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) do Maranhão classifica estas áreas como adjacentes a áreas protegidas (Silva, 2020; IMESC, 2021).

O incremento do produtivo na criação de bovinos destacou-se na mesorregião Oeste Maranhense principalmente a partir de 2000, até os dias atuais, fortalecendo as políticas do ZEE - o qual, setorizou em áreas como de boa aptidão para atividade agropecuária (IMESC, 2021). Para Martins e Ottati (2019) o incremento produtivo bovino ocorreu por incentivos e por políticas públicas estaduais - estabelecida no Decreto 8.447 de maio de 2015 no Plano de Desenvolvimento Agropecuário - programa criação de animais, feiras agropecuárias, mercado de leilões, programa de erradicação da febre aftosa, e maior incentivo à criação e controle sanitário, aliado as novas modalidades de acesso ao crédito agrícola (IMESC, 2021).

Na Figura 3, é possível observar a expansão do efetivo de bovinos na região oeste maranhense, principalmente nos municípios vizinhos ou próximos a Açailândia. Os resultados corroboram com os achados de Silva *et al.* (2020), pois identificaram a cidade de Açailândia como principal produtora de bovinos desde 2002, com rebanho que atingiu 434.7 mil cabeças em 2023 (IBGE, 2023b). Além disso, Martins e Ottati (2019)

explicam que a concentração produtiva de municípios maranhenses se deve, em parte, à proximidade com município de Rondon do Pará, no Estado do Pará, cuja produção atingiu 273 mil cabeças em 2023 (IBGE, 2023c), favorecendo o comércio e a troca de matrizes.

Figura 3 – Distribuição espacial do efetivo de bovinos nos municípios do estado do Maranhão e os 15 municípios com maior número de animais no ano de 2020

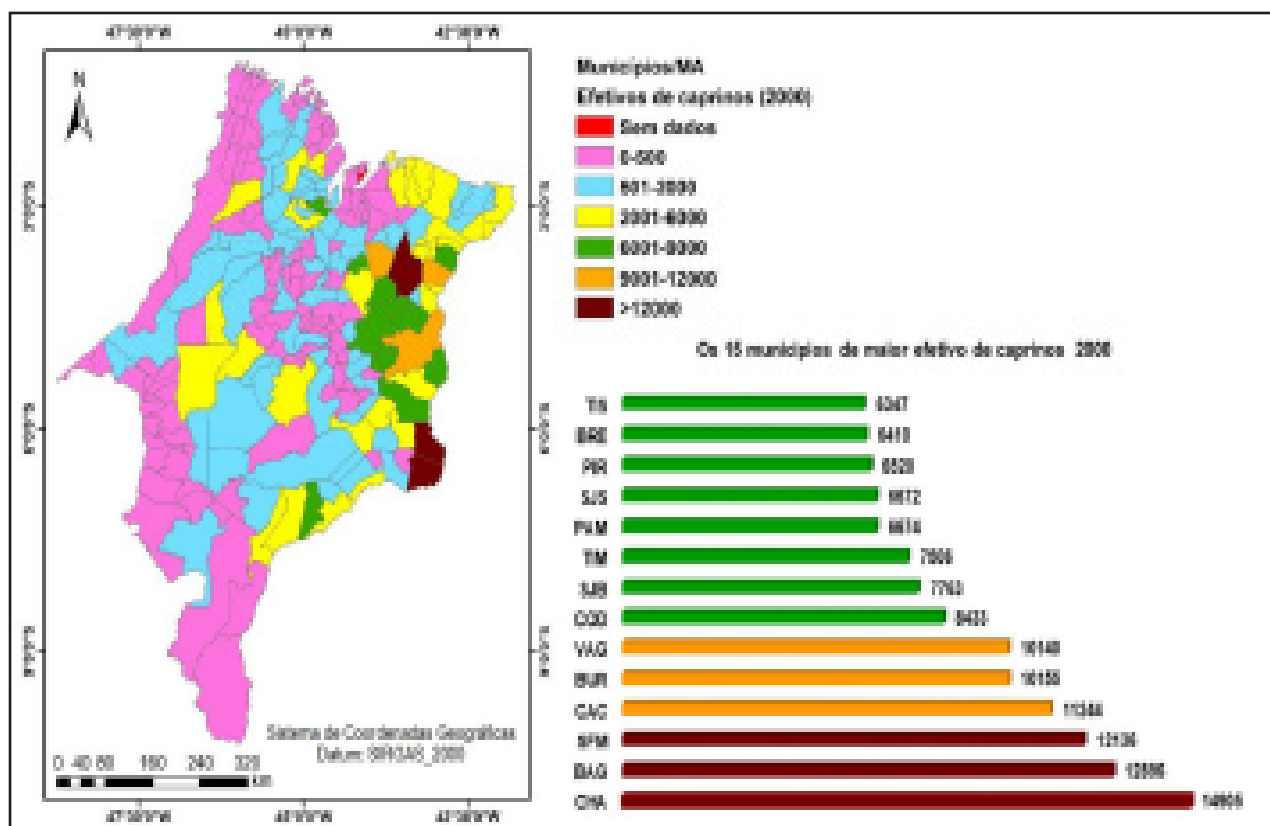


Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Legenda: *AÇA - Açailândia; AMA - Amarante do Maranhão; STL - Santa Luzia; GRA - Graça Aranha; BMJ - Bom Jardim; ARA - Arame; STN - Sítio Novo; BUR - Buriti; BJS - Bom Jesus da Selva; ZDC - Zé Doca; BCD - Barra do Corda; FSN - Formosa da Serra Negra; TUN - Tuntum; EST - Estreito; RIA - Riachão

No ano 2000, o cenário do efetivo de caprinos (Figura 4) evidenciou a região leste do Maranhão, com maior concentração nos municípios de Chapadinha (14.905), Barão de Grajaú (12.896), São Francisco do Maranhão (12.136), Caxias (11.244), Buriti (10.155) e Vargem Grande (10.140).

Figura 4 – Distribuição espacial do efetivo de caprinos nos municípios do estado do Maranhão e os 15 municípios com maior número de animais no ano de 2000



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

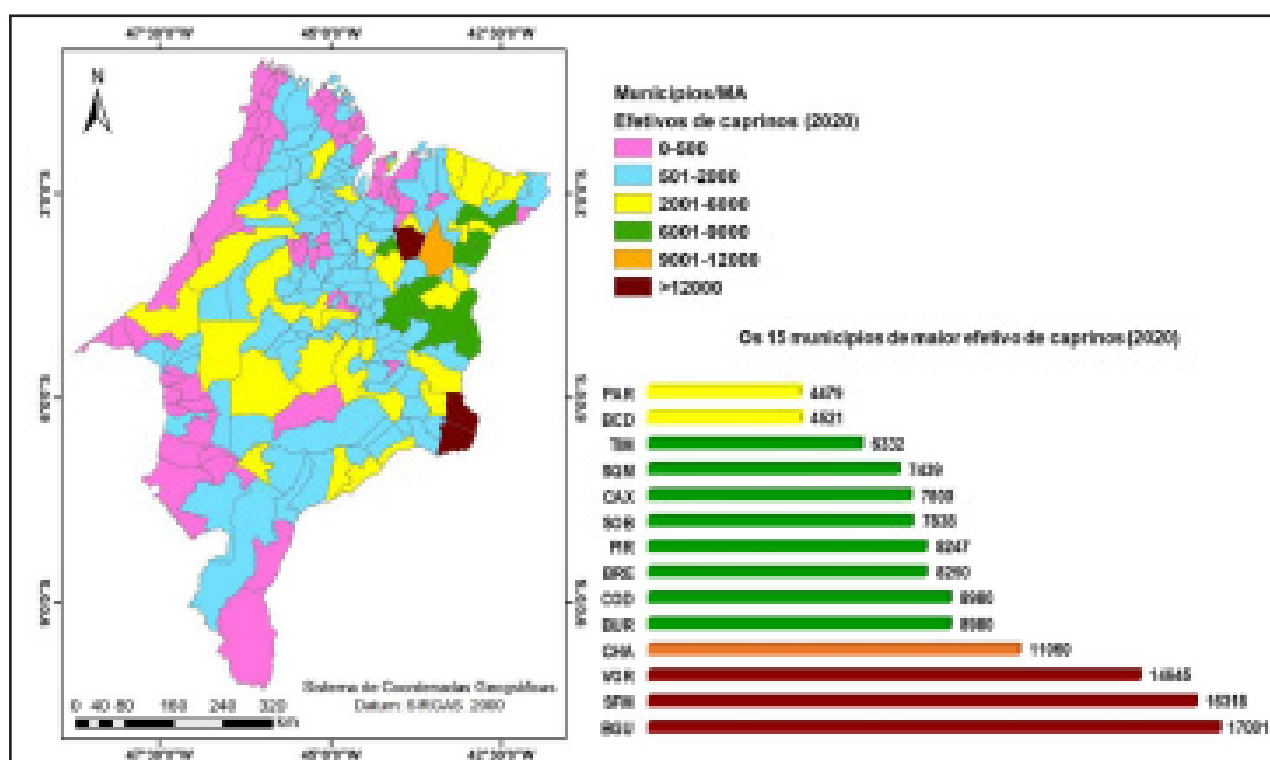
Legenda: *CHA - Chapadinha; BAG - Barão de Grajaú; SFM - São Francisco do Maranhão; CAC - Caxias; BUR - Buriti; VAG - Vargem Grande; COD - Codó; SJB - São João Batista; TIM - Timon; PAM - Parnarama; SJS - São João do Soter; PIR - Pirapemas; BRE - Brejo; TIS - Timbiras

De acordo com Teixeira *et al.* (2015), essa configuração é explicada por fatores propícios que consolidam a caprinocultura, tais como boas condições edafoclimáticas, produções constantes de alimentos para consumo animal, aptidão e tradição na caprinocultura, além da presença de mão de obra familiar e de instalações pequenas, simples e de baixo custo. Quando aos fatores relacionados à baixa produtividade de caprinos, Pinheiro *et al.*, (2000), e Pedrosa *et al.*, (2003) relatam que os baixos valores de produção dos rebanhos são explicados por falhas de manejos, seja sanitário, nutricional ou reprodutivo.

Para o ano de 2020, a região leste manteve-se como a maior produtora de caprinos, com destaque para os municípios Barão de Grajaú e São Francisco do Maranhão (Figura 5), enquanto a região sul apresentou o menor efetivo. De acordo

com Marin *et al.* (2016), e Rocha *et al.* (2018) o menor efetivo de rebanho na região sul, pode ser relacionado a fatores como deficiência de assistência técnica, baixo nível de organização, carência de tecnologias para nutrição, inadequação dos sistemas de manejo e ausência de análise econômica.

Figura 5 – Distribuição espacial do efetivo de caprinos nos municípios do estado do Maranhão e os 15 municípios de maior número de animais no ano de 2020

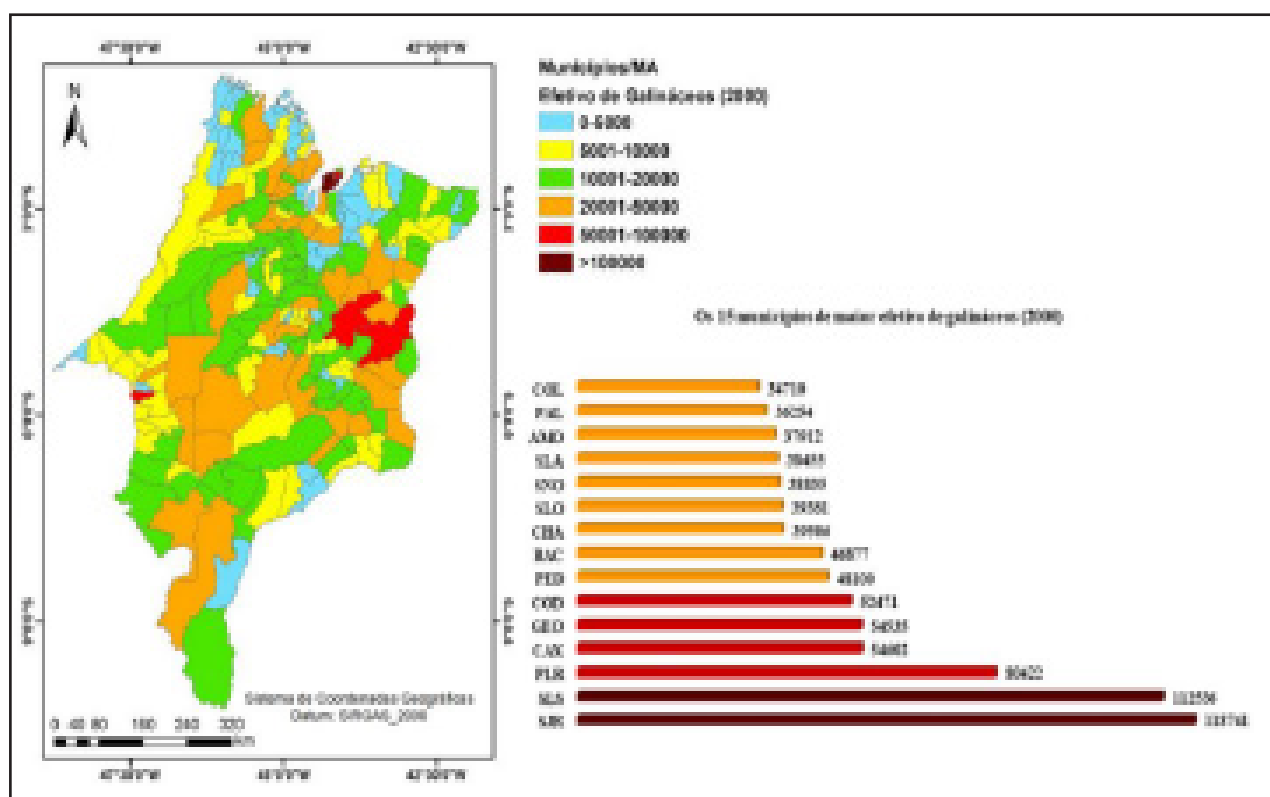


Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Legenda: *BGU - Barão de Grajaú; SFM - São Francisco do Maranhão; VGR - Vargem Grande; CHA - Chapadinha; BUR - Buriti; COD - Codó; BRE - Brejo; PIR - Pirapemas; SOB - São Benedito; CAX - Caxias; SQM - Santa Quitéria do Maranhão; TIM - Timon; BCD - Barra do Corda; PAR - Parnarama

No ano de 2000, o efetivo de galináceos concentrou-se na região norte maranhense, sendo os municípios mais produtivos São José de Ribamar (118.741), São Luís (112.536) e Paço do Lumiar (80.422) (Figura 6). Segundo Coutinho (2018), essa concentração produtiva ao norte do estado é explicada por fatores como a elevada capacidade de alojamento das — aves superior a 640 mil animais —, proximidade das granjas com grandes empresas de frango (Zen *et al.* 2019), presença de mercado consumidor, Watanabe; Basniak (2018) condições edafoclimáticas favoráveis e vocação para a atividade agrícola, conforme definido pelo Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) (IMESC, 2021).

Figura 6 – Distribuição espacial do efetivo de galináceos nos municípios do estado do Maranhão e os 15 municípios de maior número de animais no ano de 2000



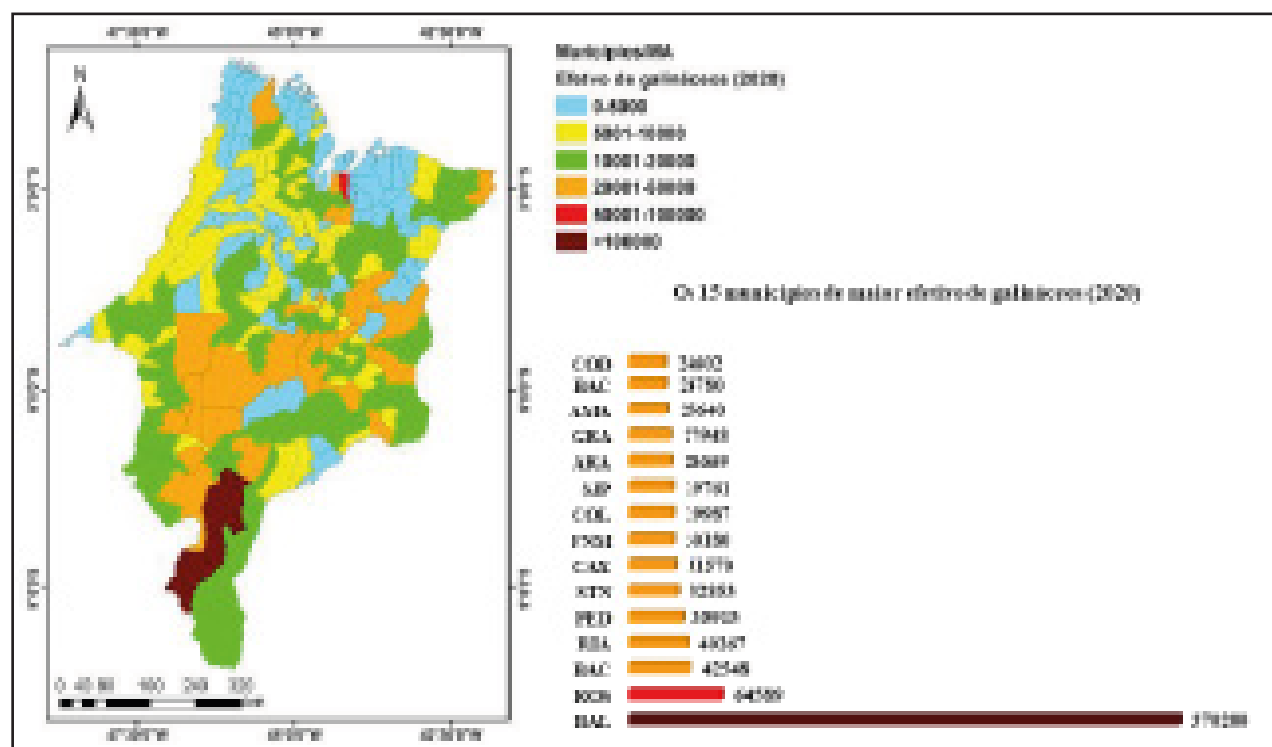
Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Legenda: *SJR - São José de Ribamar; SLS - São Luís; PLR - Paço do Lumiar; CAX - Caxias; GEO - Governador Edson Lobão; COD - Codó; PED - Pedreiras; BAC - Bacabal; CHA - Chapadinha; SLG - São Luís Gonzaga; SNO - Sítio Novo; SLA - Santa Luzia; AMA - Amarante do Maranhão; PAL - Palmeirândia; COL - Colinas

A configuração produtiva de galináceos no ano 2020 indicou maior concentração do efetivo na região sul do Maranhão, tendo o município de Balsas como principal produtor (370.200), seguido por Rosário (64.589) e Bacabal (42.548) (Figura 7). Segundo Evangelista *et al.* (2008), essa expansão ocorreu devido a aspectos favoráveis à ampliação da avicultura, como o custo de ração reduzido, uma vez que a região Balsas se destaca pela produção em larga escala de soja e milho — principais ingredientes utilizados na fabricação das rações para aves.

Tal configuração é semelhante à descrita por Arruzo e Brito (2021), fortalecendo os circuitos espaciais da produção no segmento avícola da cadeia carne-grãos no Maranhão, já consolidados na área de influência das rodovias BR-163 e BR-364 mato grossense (Lima, Pereira; Almeida, 2021).

Figura 7 – Distribuição espacial do efetivo de galináceos nos municípios do estado do Maranhão e os 15 municípios de maior número de animais no ano de 2020

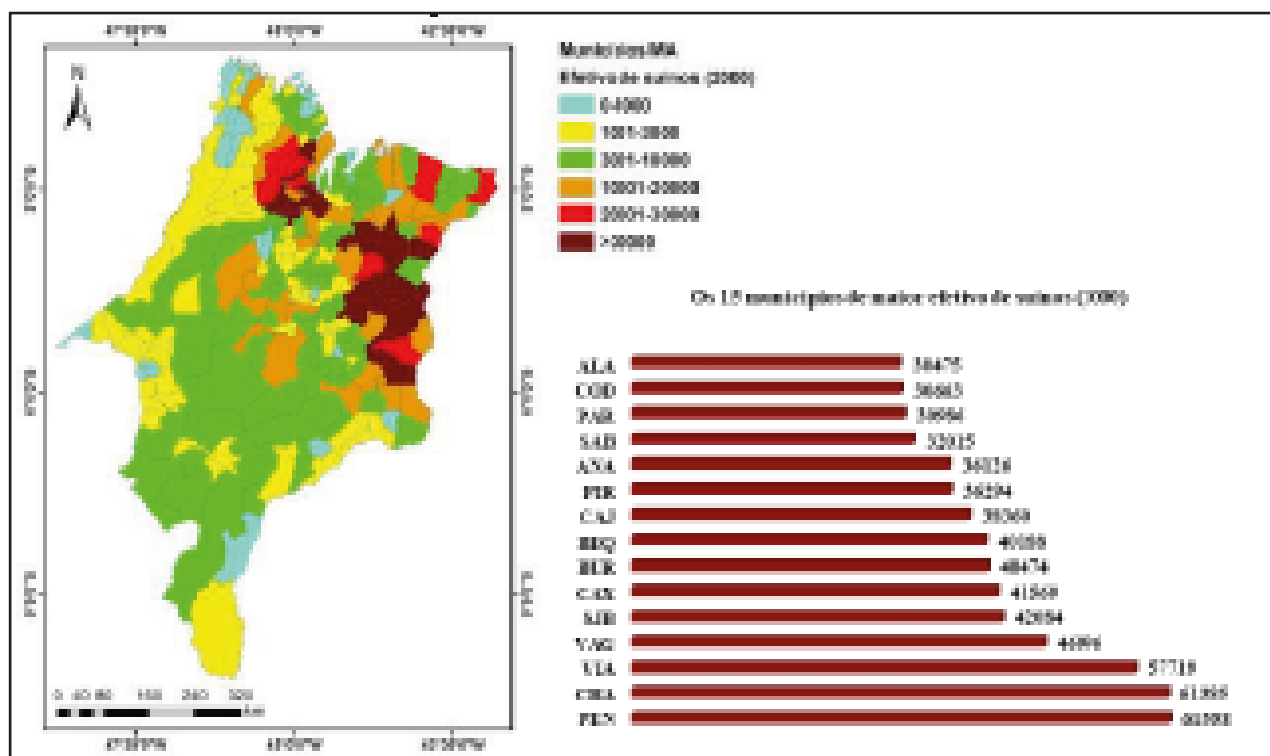


Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Legenda: *BAL - Balsas; ROS - Rosário; BAC - Bacabal; RIA - Riachão; PED - Pedreiras; STN - Sítio Novo; CAX - Caxias; FNM - Feira Nova do Maranhão; COL - Colinas; SJP - São João dos Patos; ARA - Arame; GRA - Grajaú; AMA - Amarante; BAC - Bacabeira; COD - Codó

Em 2000, a configuração do efetivo de suínos (Figura 8) apresentou concentração na região leste maranhense, com destaque para os municípios de Penalva (61.558), Chapadinha (61.385), Viana (57.719), Vargem Grande (46.996) e São João Batista (42.084). Em contrapartida, os menores efetivos foram registrados na região norte, nos municípios de Pindaré-Mirim (94) e Tufilândia (159). Segundo Martins e Ottati (2019), os estudos sobre a suinocultura no Maranhão ainda são escassos, em decorrência da exploração da atividade ser majoritariamente exercida por produtores familiares, sem parcerias com agroindústrias e diante da escassez de cooperativas ou associações.

Figura 8 – Distribuição espacial do efetivo de suínos nos municípios do estado do Maranhão e os 15 municípios de maior número de animais no ano de 2000

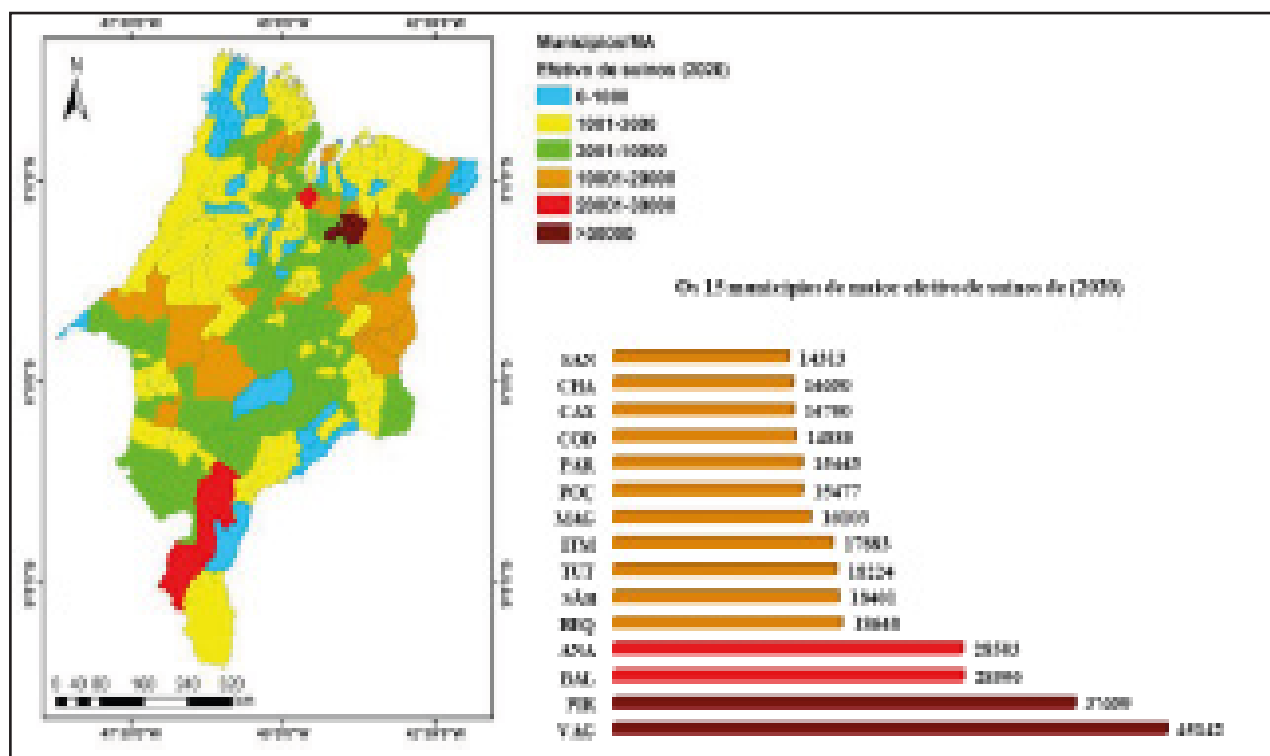


Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Legenda: *PEN - Penalba; CHA - Chapadinha; VIA - Viana; VAG - Vargem Grande; SJB - São João Batista; CAX - Caxias; BUR - Buriti; BEQ - Bequimão; CAJ - Cajari; PIR - Piracema; ANA - Anajatuba; SAB - São Benedito; PAR - Parnarama; COD - Codó; ALA - Aldeias Altas

Para o ano de 2020, o cenário do efetivo de suínos manteve-se na região leste maranhense (Figura 9), destacando-se os municípios de Vargem Grande (45.142) e Pirapemas (37.659). Segundo Santos *et al.* (2016), a criação de suínos configura-se como uma atividade predominantemente de domínio familiar, o que dificulta sua expansão para outras regiões. Isso ocorre porque, nos municípios do leste maranhense, prevalecem as pequenas e médias propriedades, caracterizadas pelo uso majoritário de mão de obra familiar.

Figura 9 – Distribuição espacial do efetivo de suínos nos municípios do estado do Maranhão e os 15 municípios de maior número de animais no ano de 2020



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Legenda: Penalva; PIR - Pirapemas; BAL - Balsas; ANA - Anajatuba; BEQ - Bequimão; SÂN - São Bento; TUT -Tutoia; ITM - Itapecuru Mirim; MAG - Magalhaes de Almeida; POÇ - Poção das Pedras; PAR - Parnarama; COD -Codó; CAX - Caxias; CHA - Chapadinha; SAN - Santana do Maranhão

3.2 Análise de autocorrelação espacial de Moran

A autocorrelação espacial, medida pelo índice de Moran, para o efetivo de bovinos e o PIB per capita municipal do estado Maranhão, indicou correlação espacial com 0,56. Para as demais variáveis, a correlação espacial não apresentou significância estatística, resultando nos seguintes valores: efetivo de caprinos (0,343), suinocultura (0,289) e galináceos (0,161) (Figura 10-A, B, C, D).

Quando se observa a significância da correlação, observou-se que 20 municípios apresentaram valores $p < 0,001$. É interessante destacar que esses municípios estão localizados na região de maior produção de bovinos. Além disso, o número de municípios com valores p menores que 0,01 e 0,05 foi de 21 e 24, respectivamente, concentrando-se principalmente nas regiões oeste, parte norte e leste maranhense.

Esses resultados indicam que a produção de bovinos, especialmente nestas áreas, desempenha um papel fundamental na economia local, com impacto direto na economia desses municípios.

Figura 10 – Autocorrelação espacial do índice de Moran entre a produção de proteína animal e o PIB municipal para o estado do Maranhão (continua)

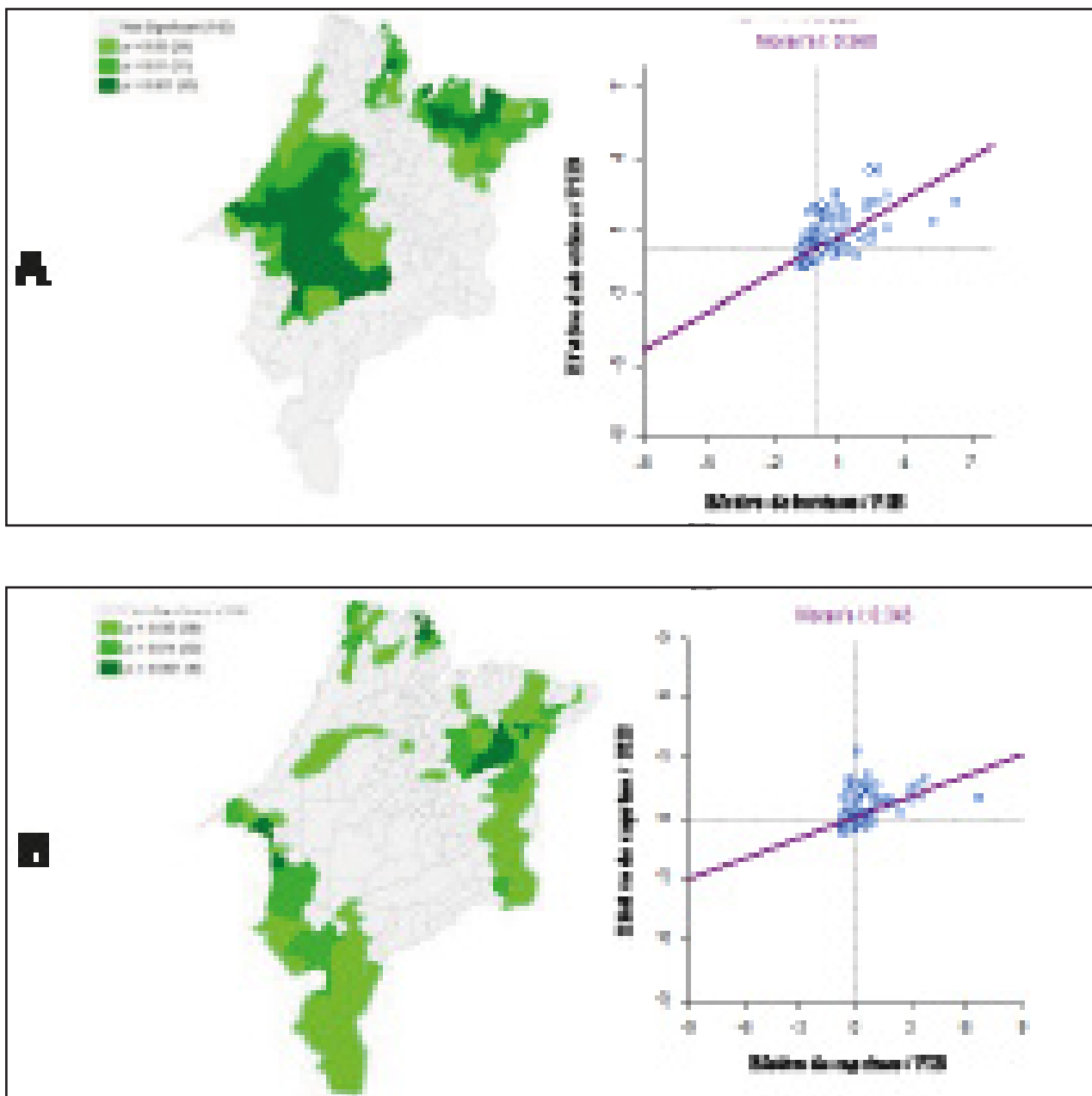
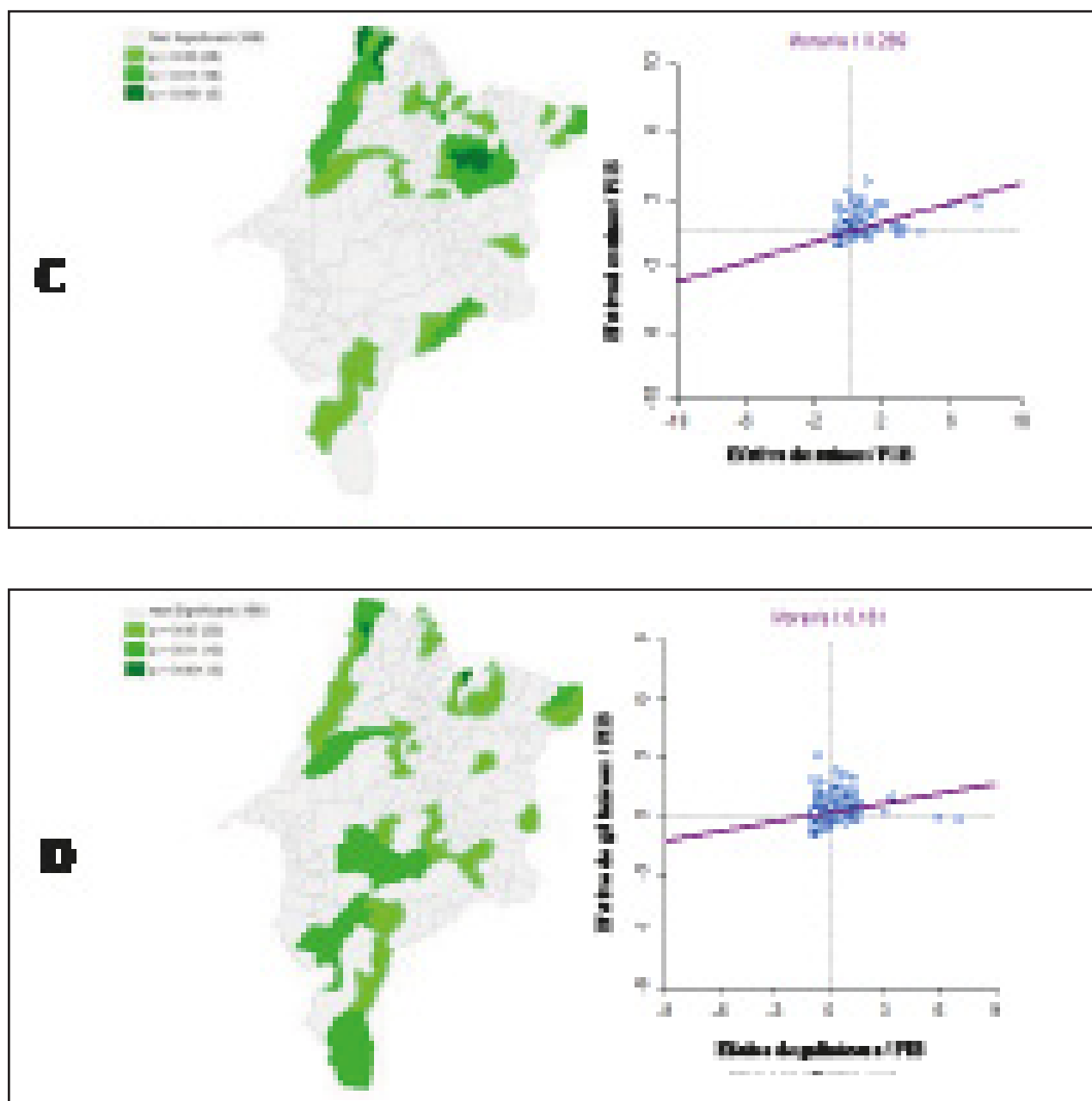


Figura 10 – Autocorrelação espacial do índice de Moran entre a produção de proteína animal e o PIB municipal para o estado do Maranhão (conclusão)



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Legenda: A) Produção bovina, B) Produção caprinos, C) Produção suinocultura e D) Produção galináceos

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados e análises apresentaram *cluster* no oeste maranhense, para a produção intensiva de bovinos, área de maior predomínio do Bioma Amazônia. Com destaque

de incremento produtivo de 137%, do efetivo bovino no município de Açailândia, refletindo um crescimento de 2,9% para o PIB no Estado do Maranhão.

A caprinocultura manteve sua concentração de rebanho na região leste do Maranhão, respondendo por 48% do efetivo total do Estado, com destaque para os municípios de Barão de Grajaú e São Francisco do Maranhão, com aproximadamente 17mil cabeças cada.

A dinâmica espacial da produção de galináceos, que em 2000 estava concentrada na região norte do Maranhão, migrou em 2020 para a região sul, com destaque para o município de Balsas, que registrou aproximadamente 370.200 mil cabeças. Esse movimento reflete os circuitos espaciais de produção situados no Sul do Estado, evidenciando desde seus primeiros momentos as grandes potencialidades econômicas.

No atual cenário, a expectativa é de que a produção de proteína animal aliadas as cadeias produtivas agrícolas maranhenses apresentam-se competitivas e preparadas para continuar crescendo, ampliando os mercados consumidores.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. V. V.; BRITO, J. A.; MONTEIRO, W. M.; MOREIRA, J. A. Validação de ferramenta para o gerenciamento do rebanho de caprinos e ovinos no Sertão pernambucano. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, e8645, dez. 2021. DOI: 10.17765/2176-9168.2021v14Supl.1.e8645.
- ANSELIN, L.; SYABRI, I.; KHO, Y. GeoDa: an introduction to spatial data analysis. In: **Handbook of applied spatial analysis: Software tools, methods and applications** Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2009. p. 73-89.
- ARAUJO, L. S.; DA SILVA, G. B. S.; TORRESAN, F. E.; VICTORIA, D. D. C.; VICENTE, L. E.; BOLFE, E. L., BOLFE, S. I. M. **Conservação da biodiversidade do estado do Maranhão: cenário atual em dados geoespaciais**. 2016. Disponível em: <https://www.sidalc.net/search/Record/dig-infoteca-e-doc-1069715/Description> Acesso em: 10 ago. 2025.
- ARAÚJO, M.; SANO, E.; BOLFE, É.; SANTOS, J.; SANTOS, J.; SILVA, F. Spatiotemporal dynamics of soybean crop in the Matopiba region, Brazil (1990–2015). **Land Use Policy**, v. 80, p. 57-67, 2019. DOI 10.1016/j.landusepol.2018.09.040.
- ARAÚJO, L. W.; SOUZA, N. A.; NEVES, B. R. C.; CHAGAS, S. F., SOUZA, M. R. O Maranhão através dos mapas. **Contemporânea** (ISSN 2675-2107), v. 1, n. 1, 2019.

ARRUZZO, R. C.; BRITO, D. S. Circuitos espaciais da produção no segmento avícola da cadeia carne-grãos: o caso da BR-163 mato-grossense. Espaço e Circuitos Produtivos, 45. In: BERNARDES, J. A. (org.) **O setor carne-grãos no Centro-Oeste: circuitos produtivos, dinâmicas territoriais e contradições**. Rio de Janeiro: Lamparina, 2021.

BELCHIOR, E. B.; ALCANTARA, P. H. R.; BARBOSA, C. F. **Perspectivas e desafios para a região do MATOPIBA**. Informativo técnico, n. 16, 2017. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1065435/1/CNPASA2017fa16.pdf> Acesso em: 25 ago. 2025.

DataIMESC – Sistema de Informação do Maranhão do Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. **Painel de Indicadores**. 2021. Disponível em: <http://dataimesc.imesc.ma.gov.br/>. Acesso em: 15 out. 2021.

DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.V.M. **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília, EMBRAPA, 2004. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap5-areas.pdf/>. Acesso em: 15 out. 2021.

EMBRAPA - EMBRAPA SUÍNOS E AVES - **Centro de Inteligência de Suínos e Aves**. Estatística Brasil/Suínos. 2025. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/suinos-e-aves/cias/estatisticas-suinos> Acesso em: 25 ago. 2025a.

EMBRAPA - EMBRAPA SUÍNOS E AVES - **Centro de Inteligência de Suínos e Aves**. Estatística Brasil/Frangos. 2025. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/suinos-e-aves/cias/estatisticas-frangos> Acesso em: 25 ago. 2025b.

EMBRAPA - **Embrapa Goats & Sheep**. 2025. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/cim-inteligencia-e-mercado-de-caprinos-e-ovinos/producao-nacional> Acesso em: 25 ago. 2025c.

EVANGELISTA, F. R.; NOGUEIRA FILHO, A.; OLIVEIRA, A. A. P. **A avicultura industrial de corte no Nordeste: aspectos econômicos e organizacionais**, 2008. Disponível em: <https://ageconsearch.umn.edu/record/110031/?v=pdf> Acesso em: 25 ago. 2025. DOI 10.22004/ag.econ.11003.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatísticas sobre pecuária, rebanho e produção**. Rio de Janeiro: IBGE; 2025. Disponível em: www.sidra.ibge.gov.br. Acesso em: 25 ago. 2025.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatísticas sobre pecuária, rebanho e produção**. 2025b. Rio de Janeiro: IBGE; <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/caprinos/br> Acesso em: 15 ago. 2025.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatísticas sobre pecuária, rebanho e produção**. Rio de Janeiro: IBGE; 2025c <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/bovinos/ma> Acesso em: 15 ago. 2025.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatísticas sobre pecuária, rebanho e produção**. Rio de Janeiro: IBGE; 2025d <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/bovinos/pa> Acesso em: 15 ago. 2025.

IMESC - Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. **Prognóstico e CENARIZAÇÃO DO ZONEAMENTO Ecológico Econômico do Maranhão (ZEEMA)** – etapa Bioma Cerrado e Sistema Costeiro. São Luís: IMESC, 182p. 2021. Disponível em: <http://zee.ma.gov.br/wp-content/uploads/2022/01/Prognostico-e-Cenarizacao-Cenarizacao.pdf> Acesso em: 15 ago. 2025.

LIMA, R. C.; PEREIRA, T. C.; DOS SANTOS ALMEIDA, E. reestruturação produtiva em Mato grosso: fluxos da cadeia carne-grãos e a logística da Br-364. circuitos produtivos, dinâmicas territoriais e contradições, 117. In: BERNARDES, J. A. (org.) **O setor carne-grãos no Centro-Oeste: circuitos produtivos, dinâmicas territoriais e contradições**. Rio de Janeiro: Lamparina, 2021.

MALAFAIA, G. C.; BISCOLA, P. H. N. **Anuário CiCarne da cadeia produtiva da carne bovina – 2023**- Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2023.

MARTINS, J.; OTTATI, A. Análise da pecuária maranhense entre os anos de 1974 e 2017. In: VI Congresso Internacional das Ciências Agrárias. **Anais[...]** v. 4, 2019.

MARIN, F. R.; PILAU, F. G.; SPOLADOR, H. F.; OTTO, R.; PEDREIRA, C. G. Intensificação sustentável da agricultura brasileira: cenários para 2050. **Revista de Política agrícola**, v. 25, n. 3, p. 108-124, 2016.

NASCIMENTO, F. C. N. **Padrões climáticos associados à periodicidade de eventos extremos de precipitação no Estado do Maranhão**. 2014. 108 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2014.

PEDROSA, K. Y. F.; BARRÊTO, J. R. A.; COSTA, E. S.; LEITE, A. I.; PAULA, V. V. Aspectos epidemiológicos e sanitários das criações de caprinos na zona noroeste do Rio Grande do Norte Caatinga, **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** v. 16, n. 1/2, p. 17-21, 2003.

PINHEIRO, R. R.; GOUVEIA, A. M. G.; ALVES, F. S. F.; HADDAD, J. P. A. Aspectos epidemiológicos da caprinocultura cearense. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 52, n.5. p. 534-543, 2000.

ROCHA, S. F.; OTTATI, A. M. A. A.; CAMPOS, R. T. Produção de caprinos e suínos nos municípios de São Luís, Paço do Lumiar e São José de Ribamar. **Revista de política agrícola**. n. 1, p. 22-36, 2018.

SANTOS F, J. I. D.; TALAMINI, D. J. D.; SCHEUERMANN, G. N.; BERTOL, T. M. Potencial do Matopiba na produção de aves e suínos. **Revista de Política Agrícola**, v. 25, n. 2, p. 90-102, 2016.

SANTOS, I. P. J. **Impactos causados pela bovinocultura “de corte” nos assentamentos de reforma agrária do maranhão: segurança alimentar, modificação da paisagem e transformações regionais**. 2010. 233 p. Tese (Doutorado). Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa – PT. 2010.

SILVA, A, N. O TURISMO E SUAS PRÁTICAS SOCIOESPACIAIS: o caso de Raposa–Maranhão. **Revista Equador**, v. 9, n. 4, p. 214-236, 2020.

TALAMINI, D.; SCHEUERMANN, G., MARTINS, F. **O mercado mundial de carnes e a avicultura brasileira**. Anuário 2025 da Avicultura Industrial, n. 07, 2024. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1172715/1/final10416-O-mercado-mundial-de-carne-e-a-avicultura-brasileira.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2025.

TEIXEIRA, W. C.; SANTOS, H. P.; DA SILVA, J. C. R.; RIZZO, H.; MARVULO, M. F. V.; DE CASTRO, R. S. Perfil zoonosológico dos rebanhos caprinos e ovinos em três mesorregiões do estado do Maranhão, Brasil. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 9, n. 1, p. 34-42, 2015.

WATANABE, G. E.; BASNIAK, P. A. **O desenvolvimento da avicultura no Brasil e as tendências para os próximos anos**. 2016. 49 p. Especialização (Especialização em Gestão do Agronegócio), Economia Rural, Universidade Federal do Paraná. Curitiba – PR, 2016.

ZEN, S.; IGUMA, M. D.; ORTELAN, C. B.; DOS SANTOS, V. H. S.; FELLI, C. B. Evolução da avicultura no Brasil. **Informativo CEPEA, Análise trimestral, custos de produção da avicultura**. v. 1, 2019.

Contribuições de autoria

1 – Maria Patrícia Pereira Castro

Mestranda em Ciência de Tecnologia de Alimentos na Universidade Estadual Paulista

<https://orcid.org/0000-0001-8897-4982> – mariapatriciacastro0512@gmail.com

Contribuição: Escrita – revisão e edição

2 – Carlos Augusto Alves Cardoso Silva

Doutorando em Engenharia de Sistemas Agrícolas na Universidade de São Paulo

<https://orcid.org/0000-0002-7394-1288> – carlosesalq@usp.br

Contribuição: Escrita – revisão e edição

3 – Paulo César Emiliano

Doutor em Estatística, Docente Departamento de Estatística da Universidade Federal de Viçosa

<https://orcid.org/0000-0002-1314-9002> – paulo.emiliano@ufv.br

Contribuição: Escrita – revisão e edição

4 – Kamilla Andrade

Doutora em Meteorologia, Docente no Departamento de Engenharia Agrícola na Universidade Federal do Maranhão

<https://orcid.org/0000-0002-6401-4132> – kamilla.andrade@ufma.br

Contribuição: Conceituação, Escrita – revisão e edição

Como citar este artigo

CASTRO, M. P. P.; SILVA, C. A. A. C.; EMILIANO, P. C.; ANDRADE, K. Análise espaço-temporal da dinâmica da produção de proteína animal no Estado do Maranhão. **Geografia Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 29, e89960, 2025. Disponível em: 10.5902/2236499489960. Acesso em: dia mes abreviado e ano