

Harmonização Longitudinal e Dinâmica Espacial da Insegurança Alimentar em Microdados do CadÚnico

Keila Barbosa^{1,2}, Gabriel Farias¹, Wictória Mendes¹, Andre L. Aquino¹

¹Orion Lab., Instituto de Computação
Universidade Federal de Alagoas, Maceió – AL – Brasil

²Centro de Informática
Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE – Brasil

{keilabarbosa, gabriel.bezerra, wictoria.oliveira, alla}@orion.ufal.br

Abstract. *Government administrative databases are increasingly used for social vulnerability analyses. In Brazil, the Unified Registry for Social Programs (CadÚnico) provides information on low-income households, though structural changes across data cycles complicate longitudinal analysis. This study proposes a reproducible pipeline for longitudinal harmonization of CadÚnico microdata from 2023, 2024, and 2025 and applies it to investigate the temporal evolution and spatial distribution of food insecurity at the municipal level in the state of Alagoas. Results reveal associations between socioeconomic characteristics and food insecurity, as well as significant spatial autocorrelation and hotspot dynamics between 2024 and 2025. These findings highlight the potential of harmonized administrative data for territorial monitoring of social vulnerability and for supporting data-driven public policies.*

Resumo. *As bases administrativas governamentais têm se consolidado como fontes relevantes para análises de vulnerabilidade social. No Brasil, o Cadastro Único para Programas Sociais (CadÚnico) reúne informações sobre famílias de baixa renda, embora mudanças estruturais entre os ciclos de coleta dificultem análises longitudinais. Este trabalho propõe um pipeline reproduzível de harmonização longitudinal aplicado aos microdados do CadÚnico de 2023, 2024 e 2025 e o utiliza para investigar a evolução temporal e a distribuição espacial da insegurança alimentar em nível municipal no estado de Alagoas. Os resultados indicam associações entre características socioeconômicas e insegurança alimentar, além de revelarem heterogeneidade territorial, autocorrelação espacial significativa e dinâmica de hotspots entre 2024 e 2025. Os achados evidenciam o potencial de bases administrativas harmonizadas para o monitoramento territorial da vulnerabilidade social e para o apoio a políticas públicas baseadas em dados.*

1. Introdução

Bases administrativas governamentais têm-se consolidado como fontes relevantes para estudos quantitativos sobre vulnerabilidade social, pois permitem análises com elevada cobertura populacional, granularidade territorial e acompanhamento longitudinal [Hand 2018]. No Brasil, o Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal (CadÚnico) constitui a principal base administrativa voltada à identificação

e caracterização de famílias de baixa renda, sendo amplamente utilizado para a operacionalização e o monitoramento de políticas públicas [Paiva et al. 2020].

A partir de 2024, o CadÚnico passou a incorporar informações sobre risco de insegurança alimentar provenientes da integração com o sistema e-SUS Atenção Primária à Saúde (e-SUS APS), no qual esse indicador é registrado por meio da Triagem para Risco de Insegurança Alimentar (TRIA) [Normando et al. 2025]. Essa mudança amplia o potencial analítico da base, mas também introduz desafios metodológicos, uma vez que alterações de esquema, inconsistências tipológicas e mudanças no processo de coleta podem comprometer a comparabilidade temporal dos dados [Wickham 2014].

A análise longitudinal de dados administrativos é inerentemente desafiadora devido à evolução de esquemas, à presença de dados ausentes e a inconsistências entre ciclos de coleta. Esses problemas são frequentemente negligenciados, comprometendo a comparabilidade temporal e a confiabilidade das análises.

Além disso, a vulnerabilidade social apresenta um forte componente territorial. Fenômenos como a pobreza e a insegurança alimentar tendem a se concentrar espacialmente, o que torna relevantes métodos de análise espacial capazes de identificar autocorrelação e clusters locais [Cliff and Ord 1981]. Nesse contexto, este trabalho investiga a evolução temporal e a organização espacial da insegurança alimentar com base em microdados administrativos do CadÚnico, considerando um recorte de dados utilizado pelo sistema da Secretaria de Estado da Primeira Infância de Alagoas.

Neste contexto, o estudo busca responder às seguintes questões de pesquisa:

QP1 - Evolução temporal do indicador. Como evoluiu a proporção de famílias classificadas como em risco de insegurança alimentar após a introdução do indicador no CadÚnico?

QP2 - Padrões territoriais. A insegurança alimentar apresenta padrões espaciais estatisticamente significativos em nível municipal em Alagoas?

QP3 - Estabilidade temporal dos padrões espaciais. Os clusters espaciais de insegurança alimentar permanecem estáveis entre os anos de 2024 e 2025?

QP4 - Harmonização longitudinal. Quais desafios metodológicos emergem da harmonização longitudinal das bases administrativas do CadÚnico?

QP5 - Implicações para políticas públicas. De que forma as evidências produzidas a partir dessas análises podem apoiar o monitoramento territorial e o desenho de políticas públicas orientadas por dados?

Para responder a essas questões, propomos um pipeline computacional reproduzível de harmonização longitudinal aplicado às bases de dados de 2023, 2024 e 2025. A principal contribuição metodológica do estudo reside na integração comparável desses ciclos administrativos, o que permite produzir evidências estatísticas e espaciais aplicáveis ao monitoramento territorial da insegurança alimentar. A partir dessa base harmonizada, analisamos a prevalência do indicador, estimamos fatores associados por meio de regressão logística [Hosmer Jr et al. 2013] e investigamos sua distribuição territorial com o índice global de Moran e os indicadores locais de associação espacial (LISA) [Anselin 1995].

A principal contribuição deste trabalho é a proposição de um framework reprodutível de harmonização longitudinal para dados administrativos sujeitos a mudanças estruturais, permitindo análises temporais e espaciais consistentes da insegurança alimentar.

Diferentemente de estudos anteriores, esta abordagem trata explicitamente da evolução de esquemas e de inconsistências entre ciclos de coleta, possibilitando inferências confiáveis sobre dinâmicas temporais e padrões territoriais em dados em larga escala.

2. Revisão da Literatura

No Brasil, o Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal (CadÚnico) consolidou-se como a principal base administrativa para identificação e caracterização de famílias de baixa renda, reunindo informações sobre composição familiar, renda, condições domiciliares e acesso a serviços públicos. Essa base é amplamente utilizada na operacionalização e no monitoramento de políticas sociais voltadas a populações vulneráveis [Viana et al. 2020]. Estudos recentes exploram seu potencial analítico para investigar padrões de vulnerabilidade social e alimentar em diferentes contextos regionais. Por exemplo, pesquisas em Sergipe analisam determinantes socioeconômicos da insegurança alimentar a partir dessa base, ainda que baseadas em versões anteriores do cadastro e sem incorporar análises espaciais ou perspectivas longitudinais [Moura et al. 2025].

Iniciativas institucionais também ampliaram o uso analítico do CadÚnico. O Índice de Vulnerabilidade das Famílias do CadÚnico (IV-CAD) e o sistema CadInsan representam avanços na construção de indicadores municipais de vulnerabilidade e de insegurança alimentar [Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social (MDS) 2025]. Embora produzam diagnósticos territoriais relevantes, geralmente utilizam indicadores agregados e exploram pouco as estratégias computacionais reprodutíveis para a integração longitudinal.

A recente reformulação do CadÚnico ampliou esse potencial. A partir de 2024, passou a ser incorporado um campo específico de risco de insegurança alimentar proveniente da integração com o sistema e-SUS Atenção Primária à Saúde (e-SUS APS) [Souza and Osório 2024]. O indicador é registrado por meio da Triage para Risco de Insegurança Alimentar (TRIA) realizada pelas equipes de atenção primária. Essa integração cria novas oportunidades para análises baseadas em registros administrativos massivos, embora ainda sejam escassos os estudos que explorem esse indicador em perspectiva longitudinal.

Outro eixo importante refere-se à dimensão territorial da vulnerabilidade social. Estudos mostram que a pobreza, a exclusão social e a privação material tendem a se concentrar espacialmente, formando padrões persistentes [Rey et al. 2023]. No Brasil, ferramentas como o Atlas da Vulnerabilidade Social evidenciam disparidades territoriais relevantes [Marguti et al. 2018]. Em escala internacional, dados administrativos e métodos de análise espacial têm sido utilizados para investigar desigualdades territoriais [Arribas-Bel and Sanz-Gracia 2014], embora grande parte das análises ainda utilize dados agregados ou censitários, com menor exploração de microdados administrativos recentes.

Do ponto de vista metodológico, as técnicas de análise espacial são amplamente utilizadas para investigar padrões territoriais. Estatísticas globais, como o índice de Moran, avaliam autocorrelação espacial, enquanto indicadores locais (LISA) identificam clusters e *hotspots* de vulnerabilidade [Anselin 1995]. Apesar de consolidada na literatura [Bivand et al. 2013], sua aplicação a microdados administrativos brasileiros em escala municipal ainda é limitada, especialmente quando combinada com análises longitudinais e com pipelines reprodutíveis.

Nesse contexto, a literatura revela uma lacuna na interseção entre quatro dimensões: (i) uso de indicadores diretos de insegurança alimentar; (ii) microdados administrativos do CadÚnico; (iii) análise espacial municipal com identificação de clusters; e (iv) harmonização longitudinal reprodutível diante de mudanças estruturais da base. Este trabalho busca avançar nesse espaço ao propor um pipeline computacional para integração longitudinal dos ciclos de 2023, 2024 e 2025 e analisar a evolução temporal e a organização espacial da insegurança alimentar.

Embora o CadÚnico possua cobertura nacional, este estudo concentra-se no estado de Alagoas, historicamente caracterizado por elevados níveis de vulnerabilidade social [IBGE 2023, PNUD et al. 2021].

3. Metodologia

Este estudo adota uma abordagem quantitativa baseada na integração longitudinal de microdados administrativos do Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal (CadÚnico). Foram analisados três ciclos da base: dezembro de 2023, dezembro de 2024 e junho de 2025. Cada registro representa um domicílio cadastrado e inclui informações socioeconômicas, características domiciliares e identificadores geográficos baseados nos códigos municipais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Todas as informações pessoalmente identificáveis foram removidas antes da análise, garantindo conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD).

Devido a alterações estruturais entre os ciclos do CadÚnico, foi implementado um processo de harmonização longitudinal para garantir comparabilidade temporal. Inicialmente, padronizaram-se os nomes das variáveis presentes nas diferentes versões da base e trataram-se as divergências tipológicas por meio de coerção explícita de tipos de dados. Os conjuntos anuais foram então integrados por concatenação vertical, adicionando-se uma variável identificadora do ciclo (*ano*). Variáveis com mais de 99% de valores ausentes foram removidas da base analítica.

A variável de interesse corresponde ao marcador administrativo de risco de insegurança alimentar presente no CadÚnico (*d.ind_risco_scl_inseg_alim*). Para fins analíticos, foi construída uma variável binária na qual domicílios classificados como em risco foram codificados como 1 e domicílios sem risco como 0. Registros sem informação foram tratados como valores ausentes e excluídos das análises que requerem denominador válido, como as estimativas de prevalência.

A evolução temporal do indicador foi investigada por meio da estimativa da prevalência anual a partir dos registros com informação válida. Intervalos de confiança de 95% foram estimados pelo método de Wilson [Wilson 1927], e as diferenças entre ciclos foram avaliadas por meio de testes de diferença de proporções [Agresti 2013].

Para investigar fatores associados ao indicador, foi estimado um modelo de regressão logística binária, amplamente utilizado para modelar desfechos dicotômicos em função de covariáveis [Hosmer Jr et al. 2013]. As covariáveis consideradas incluem renda média familiar, número de pessoas no domicílio, renda domiciliar total e uma variável indicadora para o ano de 2025. Os parâmetros foram estimados por máxima verossimilhança e interpretados como razões de chances (*odds ratios*).

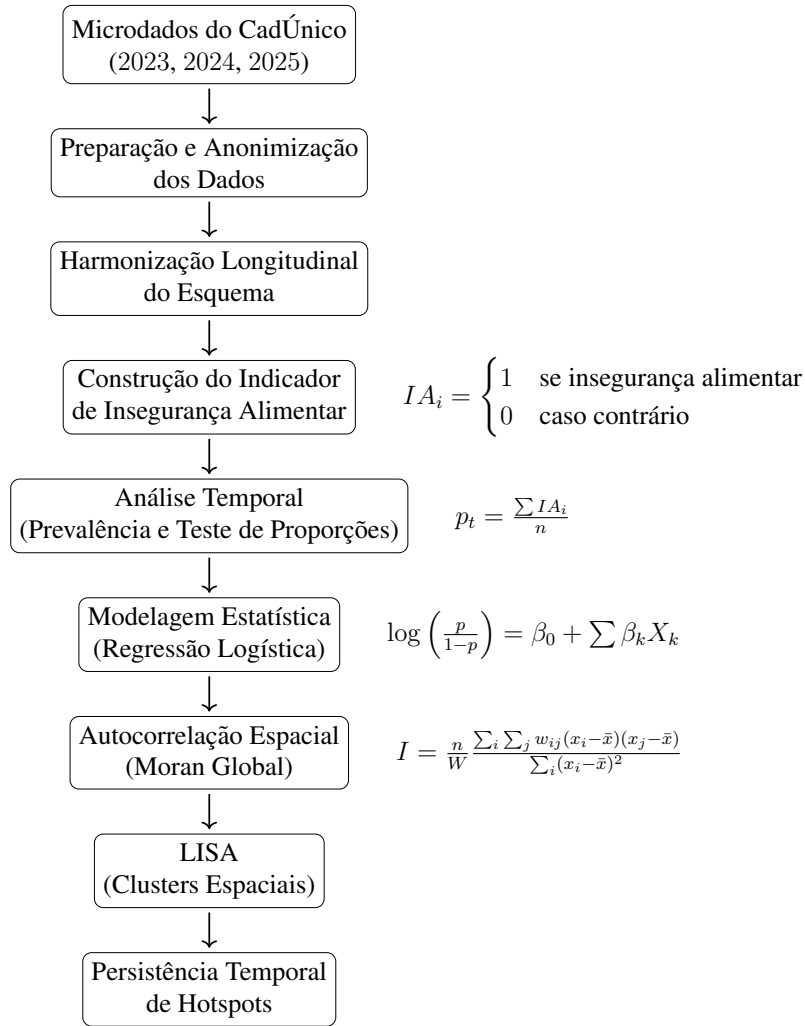


Figure 1. Pipeline metodológico do estudo, desde a preparação e harmonização longitudinal dos microdados do CadÚnico até as análises estatísticas e espaciais para a identificação de clusters e a persistência de hotspots de insegurança alimentar.

A distribuição territorial do indicador foi analisada a partir da prevalência municipal calculada para os anos de 2024 e 2025. Municípios com menos de 30 observações válidas foram excluídos para reduzir instabilidade estatística. As prevalências municipais foram integradas ao *shapefile* oficial dos municípios do IBGE para a realização das análises espaciais.

A autocorrelação espacial global foi avaliada por meio do índice de Moran [Moran 1950]. Para identificar padrões locais de associação espacial, foram calculados os indicadores locais de associação espacial (LISA), que permitem classificar os mu-

nícios em clusters espaciais dos tipos *High-High*, *Low-Low*, *High-Low* e *Low-High* [Anselin 1995]. Por fim, a persistência temporal dos *hotspots* foi investigada por meio da comparação dos clusters *High-High* identificados em 2024 e 2025.

A Figura 1 resume o pipeline metodológico adotado neste estudo, desde a preparação e harmonização longitudinal das bases do CadÚnico até as etapas de análise estatística e espacial.

4. Resultados e Discussão

A auditoria estrutural das bases do CadÚnico indicou elevada estabilidade ao longo dos ciclos analisados. Nos arquivos originais, foram observadas 206 colunas em 2023, 211 colunas em 2024 e 2025. Após anonimização, os conjuntos passaram a conter 156, 161 e 161 colunas, respectivamente. A união dos esquemas anonimizados resultou em um esquema unificado com 171 variáveis.

Após a harmonização, não foram identificadas inconsistências remanescentes. A integração longitudinal resultou em uma base consolidada com 6.038.705 registros e 165 variáveis, preservando a variável temporal *ano*. Em seguida, 61 variáveis com mais de 99% de valores ausentes foram removidas, resultando em 104 variáveis finais. A Tabela 1 resume essas métricas e evidencia a necessidade de harmonização estrutural em bases administrativas longitudinais, respondendo diretamente a *QP4*.

Table 1. Resumo quantitativo da harmonização longitudinal e preparação analítica das bases do CadÚnico (2023–2025).

Métrica	Valor
Colunas originais em 2023	206
Colunas originais em 2024	211
Colunas originais em 2025	211
Colunas após anonimização em 2023	156
Colunas após anonimização em 2024	161
Colunas após anonimização em 2025	161
Esquema unificado (união dos esquemas)	171
Alterações estruturais detectadas	1
Divergências tipológicas remanescentes	0
Registros em 2023	2.013.017
Registros em 2024	2.007.172
Registros em 2025	2.018.516
Registros totais consolidados	6.038.705
Variáveis após integração longitudinal	165
Variáveis constantes removidas	0
Variáveis removidas (>99% NA)	61
Variáveis finais para análise	104

O indicador de insegurança alimentar passou a ser coletado explicitamente no CadÚnico apenas a partir de 2024, inviabilizando comparações com anos anteriores. Considerando apenas registros válidos, observou-se um aumento discreto na proporção

de famílias classificadas em risco entre 2024 e 2025, passando de 8,20% para 8,36% (Tabela 2).

Embora o número de observações válidas tenha diminuído de 449.323 para 431.036, o número absoluto de casos permaneceu relativamente estável (36.831 em 2024 e 36.039 em 2025), resultando em um leve aumento relativo do indicador.

A diferença entre as proporções foi estatisticamente significativa ($\Delta\hat{p} = 0.00164$, $|z| = 2.79$, $p = 0.0052$), embora pequena em magnitude absoluta (Tabela 3).

Table 2. Prevalência anual de insegurança alimentar entre os registros válidos do CadÚnico.

Ano	Observações válidas	Casos	$\hat{p}$	Percentual (%)	IC95%
2024	449 323	36 831	0.08197	8.20	[0.08117, 0.08277]
2025	431 036	36 039	0.08361	8.36	[0.08278, 0.08444]

Table 3. Teste de diferença de proporções para insegurança alimentar entre 2024 e 2025.

Comparação	$\Delta\hat{p}$	Estatística z	p -valor	Interpretação
2025 – 2024	0.00164	$ z = 2.79$	0.0052	Diferença estatisticamente significativa

Table 4. Resultados da regressão logística para insegurança alimentar.

Variável	Coef. (β)	OR	IC95% (OR)	p -valor
Renda média familiar	-0.0002	0.9998	[0.9998, 0.9999]	< 0.001
Número de pessoas no domicílio	0.0716	1.0743	[1.0693, 1.0793]	< 0.001
Renda domiciliar total	-0.0001	0.9999	[0.9999, 0.9999]	< 0.001
Ano = 2025	0.0490	1.0502	[1.0346, 1.0661]	< 0.001

Para investigar fatores associados à insegurança alimentar, foi estimado um modelo de regressão logística (Tabela 4). Os resultados indicam que a renda média familiar e a renda domiciliar total estão associadas à redução da probabilidade do desfecho, enquanto o número de pessoas no domicílio apresenta associação positiva e estatisticamente significativa. Cada pessoa adicional está associada a um aumento aproximado de 7,4% nas chances de insegurança alimentar.

Mesmo após o controle por características socioeconômicas, o indicador temporal para 2025 permaneceu positivamente associado ao desfecho, sugerindo a persistência do aumento relativo observado ao longo dos anos. Embora o pseudo- R^2 seja relativamente baixo, esse comportamento é comum em modelos logísticos aplicados a grandes bases administrativas e não compromete a interpretação dos efeitos marginais ou das razões de chance estimadas.

A agregação municipal revelou forte heterogeneidade territorial na distribuição da insegurança alimentar em Alagoas. A Figura 2 mostra que as prevalências variam substancialmente entre os municípios, evidenciando bolsões locais de vulnerabilidade. Em

2024 destacaram-se Ouro Branco (24,1%), Jacuípe (23,0%), Olho d'Água das Flores (21,5%) e Pariconha (21,0%). Em 2025, os valores permaneceram elevados nesses municípios, com intensificação pontual em Limoeiro de Anadia, cuja prevalência passou de 10,3% para 21,3% (Tabela 5). Esses resultados indicam que a insegurança alimentar não se distribui de forma homogênea no território estadual e, ao responder a QP2, evidenciam padrões territoriais relevantes.

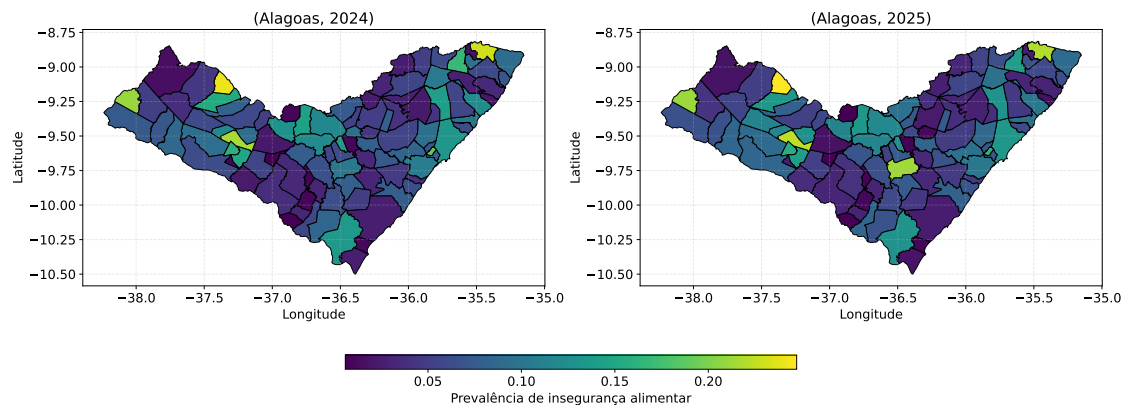


Figure 2. Distribuição espacial da prevalência municipal de insegurança alimentar em Alagoas, 2024 e 2025.

Table 5. Municípios com maiores prevalências de insegurança alimentar em Alagoas.

Município	2024 (%)	2025 (%)
Ouro Branco	24.1	24.7
Jacuípe	23.0	21.8
Olho d'Água das Flores	21.5	22.3
Pariconha	21.0	21.1
Limoeiro de Anadia	10.3	21.3

A análise espacial global indicou autocorrelação positiva da prevalência municipal em ambos os anos analisados (Tabela 6). Em 2024 o índice de Moran foi $I = 0.1147$ ($p = 0.029$) e em 2025 $I = 0.0967$ ($p = 0.048$), indicando tendência de agrupamento espacial de municípios com valores semelhantes. Por outro lado, a variação temporal entre 2025 e 2024 não apresentou autocorrelação significativa ($I = 0.0353$, $p = 0.200$), sugerindo ausência de estrutura espacial global na mudança observada.

Table 6. Autocorrelação espacial global da prevalência municipal de insegurança alimentar em Alagoas.

Variável	n	Moran's I	z permutacional	p -valor
Prevalência municipal (2024)	102	0.1147	1.9369	0.029
Prevalência municipal (2025)	102	0.0967	1.7598	0.048
Δ prevalência (2025–2024)	102	0.0353	0.8145	0.200

A análise de autocorrelação espacial local revelou padrões territoriais distintos ao longo dos anos (Figura 3). Em 2024 foram identificados clusters *High-High* em Maceió,

São José da Tapera e Coqueiro Seco. Em 2025, Monteirópolis e Carneiros emergiram como novos *hotspots*, enquanto São José da Tapera permaneceu como único cluster persistente. Em contraste, Maceió e Coqueiro Seco deixaram de apresentar associação espacial significativa.

Esses resultados indicam coexistência de estabilidade e mudança territorial. A Tabela 7 e a Figura 4 sintetizam a dinâmica temporal dos *hotspots*, respondendo à QP3 ao evidenciar a persistência e a emergência de clusters entre 2024 e 2025.

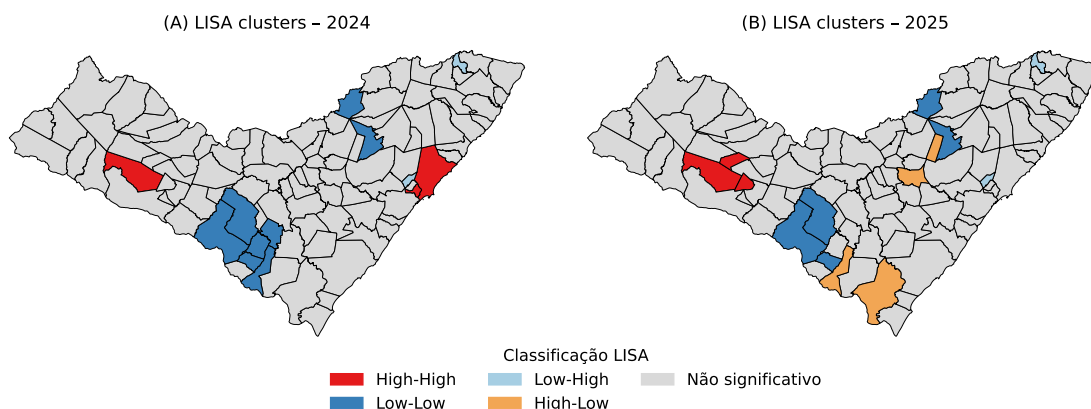


Figure 3. Clusters espaciais locais (LISA) de insegurança alimentar em Alagoas em 2024 e 2025 e persistência temporal dos hotspots High-High.

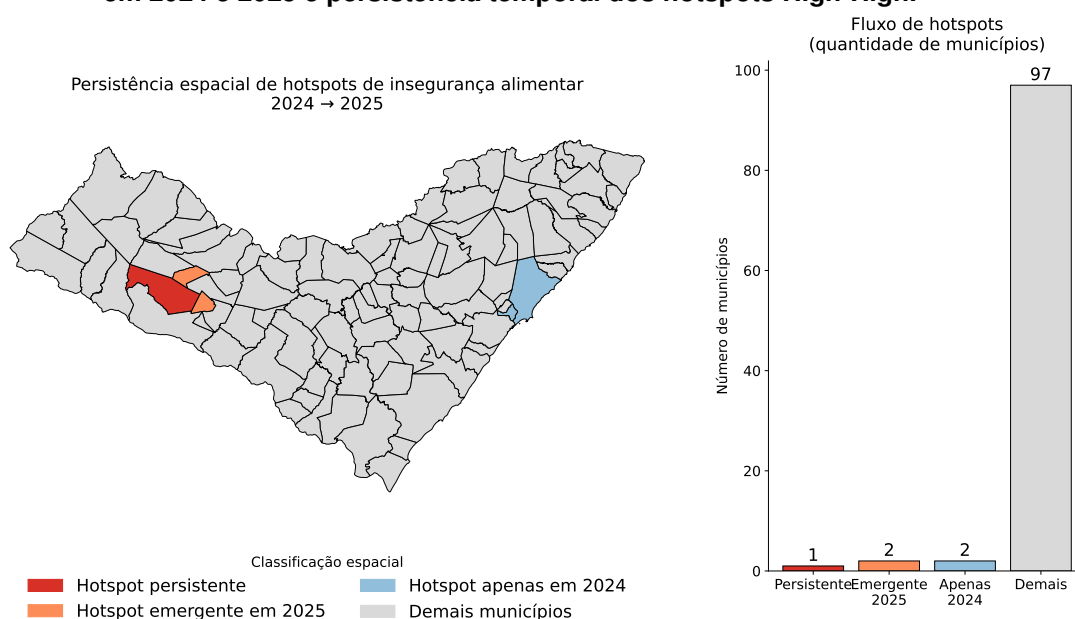


Figure 4. Persistência temporal de hotspots de insegurança alimentar em Alagoas entre 2024 e 2025.

Do ponto de vista aplicado, a identificação de *hotspots* persistentes e emergentes amplia o potencial do CadÚnico como instrumento de vigilância territorial. Enquanto *hotspots* persistentes indicam contextos de vulnerabilidade estrutural que demandam intervenção contínua, *hotspots* emergentes podem sinalizar deterioração recente das condições sociais, exigindo respostas mais rápidas por parte das políticas públicas locais.

Table 7. Classificação temporal dos hotspots de insegurança alimentar em Alagoas.

Categoria	Municípios	Quantidade
Hotspot persistente	São José da Tapera	1
Hotspots emergentes em 2025	Monteirópolis, Carneiros	2
Hotspots apenas em 2024	Maceió, Coqueiro Seco	2
Demais municípios	–	97

4.1. Síntese dos achados frente às perguntas de pesquisa

Os resultados permitem responder diretamente às questões de pesquisa por meio da integração de evidências estatísticas e espaciais derivadas dos microdados do CadÚnico.

QP1 - Evolução temporal do indicador. Observou-se leve aumento da proporção de famílias em risco de insegurança alimentar entre 2024 e 2025. As estimativas de prevalência e o teste de diferença de proporções (Tabelas 2 e 3) indicam um aumento estatisticamente significativo, embora pequeno. A regressão logística (Tabela 4) confirma esse resultado, mantendo o efeito temporal positivo em 2025 após o controle por características socioeconômicas.

QP2 - Padrões territoriais da insegurança alimentar. Os resultados evidenciam heterogeneidade territorial na distribuição do fenômeno em Alagoas. A análise espacial municipal (Figura 2) e o índice global de Moran (Tabela 6) indicam dependência espacial positiva e concentração geográfica de municípios com prevalências semelhantes.

QP3 - Estabilidade temporal dos padrões espaciais. A análise local de autocorrelação espacial indica coexistência de persistência e reconfiguração territorial. Foram identificados um *hotspot* persistente, dois emergentes em 2025 e dois presentes apenas em 2024 (Figura 3, Figura 4 e Tabela 7).

QP4 - Desafios da harmonização longitudinal. A integração das bases evidenciou desafios associados ao uso longitudinal de dados administrativos, incluindo mudanças estruturais no esquema de variáveis e inconsistências tipológicas, o que reforça a necessidade de pipelines de harmonização reprodutíveis.

QP5 - Evidências para monitoramento territorial e políticas públicas. Os resultados mostram que bases administrativas, como o CadÚnico, podem gerar evidências territorialmente desagregadas para o monitoramento da insegurança alimentar, permitindo identificar áreas prioritárias para intervenção e apoiar políticas públicas orientadas por dados.

5. Limitações

O indicador apresenta elevada proporção de valores ausentes, possivelmente devido à sua recente introdução e heterogeneidades na coleta, o que pode introduzir viés de seleção. A análise espacial, realizada em nível municipal, não captura as heterogeneidades intraurbanas. Além disso, os resultados da regressão logística devem ser interpretados como associações estatísticas, e não como relações causais.

6. Conclusão

Este trabalho investigou a evolução temporal e a organização territorial da insegurança alimentar com base em microdados administrativos do Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal (CadÚnico). Por meio da integração longitudinal de diferentes ciclos da base e da aplicação combinada de análises estatísticas e espaciais, analisou-se a dinâmica do indicador em nível municipal no estado de Alagoas.

Os resultados indicaram estabilidade relativa do indicador entre 2024 e 2025, com leve aumento na proporção de famílias em risco entre os registros válidos. A regressão logística evidenciou associações consistentes com as características socioeconômicas dos domicílios, com efeito protetor da renda familiar e efeito positivo do tamanho do domicílio.

No plano territorial, observou-se heterogeneidade espacial entre os municípios. A análise de autocorrelação indicou dependência espacial positiva, e os indicadores locais identificaram clusters de maior vulnerabilidade. A comparação entre 2024 e 2025 revelou a coexistência de *hotspots* persistentes, emergentes e desaparecidos, evidenciando a dinâmica territorial do fenômeno.

Do ponto de vista metodológico, o estudo evidencia os desafios do uso longitudinal de bases administrativas, como mudanças estruturais no esquema de dados e a introdução de novos campos, reforçando a importância de pipelines reproduzíveis de harmonização para garantir a comparabilidade temporal.

Os resultados fornecem evidências acionáveis para sistemas de monitoramento territorial, permitindo a identificação de *hotspots* persistentes e emergentes e apoiando a priorização de intervenções nas políticas públicas de forma mais eficiente.

O framework proposto é generalizável e aplicável a outros sistemas administrativos sujeitos a mudanças estruturais.

Os artefatos computacionais utilizados neste estudo estão disponíveis publicamente no Repositório¹.

Agradecimentos

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL), por meio da concessão E:60030.0000000352/2021, e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por meio da concessão 407515/2022-4.

References

- Agresti, A. (2013). *Categorical Data Analysis*. Wiley, Hoboken, NJ, 3rd edition.
- Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association—lisa. *Geographical Analysis*, 27(2):93–115.
- Arribas-Bel, D. and Sanz-Gracia, F. (2014). Spatial analysis of regional inequality. *Papers in Regional Science*, 93(2):317–335.
- Bivand, R., Pebesma, E., and Gómez-Rubio, V. (2013). *Applied Spatial Data Analysis with R*. Springer.

¹<https://github.com/keilabcs/CadUnico>

- Cliff, A. D. and Ord, J. K. (1981). *Spatial Processes: Models & Applications*. Pion Limited, London.
- Hand, D. J. (2018). Statistical challenges of administrative and transaction data. *Journal of the Royal Statistical Society Series A: Statistics in Society*, 181(3):555–605.
- Hosmer Jr, D. W., Lemeshow, S., and Sturdivant, R. X. (2013). *Applied logistic regression*. John Wiley & Sons.
- IBGE (2023). Síntese de indicadores sociais: Uma análise das condições de vida da população brasileira.
- Marguti, B. O., Pinto, C. V. d. S., Rocha, B. N., Costa, M. A., and Curi, R. L. C. (2018). A nova plataforma da vulnerabilidade social: primeiros resultados do índice de vulnerabilidade social para a série histórica da pnad (2011-2015) e desagregações por sexo, cor e situação de domicílios.
- Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social (MDS) (2025). Cadinsan: Indicador de risco de insegurança alimentar municipal a partir dos dados do cadÚnico. Lançado em 2025.
- Moran, P. A. P. (1950). Notes on continuous stochastic phenomena. *Biometrika*, 37(1-2):17–23.
- Moura, B. G., Santos, L. D., Silva, T. C., de Carvalho, S. F., de Brito, I. B., da Rocha Santos, A. J., Targino, I. S., dos Santos, L. C., and Voci, S. M. (2025). Utilização de dados do cadastro único (cadúnico) para análise da vulnerabilidade à insegurança alimentar e nutricional em municípios sergipanos. *Segurança Alimentar e Nutricional*, 32:e025024–e025024.
- Normando, L., Bastos, A., Simeão, E., Peres, M., Hofmann, T., et al. (2025). Elaboração de políticas de informação para a biblioteca governamental: o caso do ministério do desenvolvimento e assistência social, família e combate à fome do brasil.
- Paiva, L. H., Souza, P. H., Bartholo, L., and Soares, S. (2020). Evitando a pandemia da pobreza: possibilidades para o programa bolsa família e para o cadastro único em resposta à covid-19. *Revista de Administração Pública*, 54:1097–1110.
- PNUD, IPEA, and Fundação João Pinheiro (2021). Atlas do desenvolvimento humano no brasil.
- Rey, S., Arribas-Bel, D., and Wolf, L. J. (2023). *Geographic data science with Python*. Chapman and Hall/CRC.
- Souza, P. H. G. F. d. and Osório, R. G. (2024). Estimativas de famílias pobres e de baixa renda para o cadastro único.
- Viana, R., Koga, N. M., and da Costa Marques, I. (2020). Usos e significados do cadastro único para os programas sociais federais: fonte de evidências técnico-instrumentais ou retratos técnico-político-sociais? *Boletim de Análise Político-Institucional* n° 24.
- Wickham, H. (2014). Tidy data. *Journal of Statistical Software*, 59(10):1–23.
- Wilson, E. B. (1927). Probable inference, the law of succession, and statistical inference. *Journal of the American Statistical Association*, 22(158):209–212.