

PADRÕES ESPAÇO-TEMPORAIS DA MORTALIDADE POR DIABETES MELLITUS: REVISÃO DE ESCOPO

SPATIO-TEMPORAL PATTERNS OF MORTALITY FROM DIABETES MELLITUS: A SCOPING REVIEW

PATRONES ESPACIO-TEMPORALES DE LA MORTALIDAD POR DIABETES MELLITUS: REVISIÓN DE ALCANCE

 Aurelice Cristina de Almeida Alves Carneiro¹
 Marcelino Santos Neto¹
 Abílio Torres dos Santos Neto²
 Isaura Leticia Tavares Palmeira Rolim¹

¹Universidade Federal do Maranhão – UFMA, Rede Nordeste em Saúde da Família- RENASF. Imperatriz, MA - Brasil.

²Universidade Federal do Ceará – UFC, Departamento de Enfermagem. Fortaleza, CE- Brasil.

Autor Correspondente: Abílio Torres dos Santos Neto
E-mail: abiliotorres7@gmail.com

Contribuições dos autores:

Análise estatística: Aurelice C. A. A. Carneiro, Abílio T. Santos Neto; **Coleta de Dados:** Aurelice C.A.A. Carneiro, Abílio T. Santos Neto; **Conceitualização:** Aurelice C. A. A. Carneiro; Marcelino Santos Neto; **Gerenciamento do Projeto:** Aurelice C. A. A. Carneiro, Marcelino Santos Neto; **Investigação:** Aurelice C. A. A. Carneiro, Marcelino Santos Neto; **Metodologia:** Aurelice C. A. A. Carneiro, Abílio T. Santos Neto; **Redação - Preparo do Original:** Aurelice C. A. A. Carneiro, Abílio T. Santos Neto; **Redação - Revisão e Edição:** Marcelino Santos Neto, Isaura L. T. P. Rolim; **Software:** Abílio T. Santos Neto; **Supervisão:** Marcelino Santos Neto; **Validação:** Marcelino Santos Neto, Isaura L. T. P. Rolim; **Visualização:** Marcelino Santos Neto.

Fomento: não houve financiamento.

Submetido em: 06/02/2026

Aprovado em: 14/08/2026

Editores Responsáveis:

 Alexandra Dias Moreira
 Tânia Couto Machado Chianca

RESUMO

Objetivo: mapear os padrões espaciais e temporais da mortalidade por diabetes mellitus. **Método:** trata-se de uma revisão de escopo conduzida conforme as recomendações do JBI e reportada de acordo com o PRISMA-ScR. A busca foi realizada em abril de 2025, nas bases MEDLINE, BVS, Web of Science, Scopus, LILACS, EMBASE e na literatura cinzenta, sem restrição de idioma ou período. **Resultados:** foram incluídos 12 estudos realizados entre 2015 e 2024, predominantemente na Ásia e nas Américas, com delineamentos ecológicos e de séries temporais, utilizando modelagem bayesiana e análise espacial. Identificou-se significativa heterogeneidade espacial, com clusters de alta mortalidade em regiões de baixo desenvolvimento socioeconômico. Fatores socioeconômicos (urbanização e renda per capita), ambientais (maior urbanização, aumento da temperatura média e poluição), demográficos (países do hemisfério sul) e comportamentais (obesidade e inatividade física) mostraram associação com a mortalidade por diabetes mellitus. **Conclusão:** a mortalidade por diabetes mellitus apresenta padrões espaço-temporais heterogêneos, o que demanda intervenções contextualizadas e o fortalecimento da vigilância epidemiológica.

Palavras-chave: Diabetes Mellitus; Mortalidade; Análise Espaço-Temporal; Revisão de Escopo.

ABSTRACT

Objective: to map the spatial and temporal patterns of mortality from diabetes mellitus. **Method:** this is a scoping review conducted in compliance with JBI recommendations and reported in compliance with PRISMA-ScR. The search was conducted in April 2025 in the MEDLINE, BVS, Web of Science, Scopus, LILACS, and EMBASE databases, as well as in the gray literature, with no restrictions on language or time period. **Results:** a total of 12 studies conducted between 2015 and 2024 were included, primarily in Asia and the Americas, with ecological and time-series study designs, using Bayesian modeling and spatial analysis. Significant spatial heterogeneity was identified, with clusters of high mortality in regions with low socioeconomic development. Socioeconomic factors (urbanization and per capita income), environmental factors (increased urbanization, rising mean temperatures, and pollution), demographic factors (countries in the Southern Hemisphere), and behavioral factors (obesity and physical inactivity) were associated with mortality from diabetes mellitus. **Conclusion:** mortality from diabetes mellitus demonstrates heterogeneous spatial and temporal patterns, which demands contextualized interventions and the strengthening of epidemiological surveillance.

Keywords: Diabetes Mellitus; Mortality; Spatio Temporal Analysis; Scoping Review.

RESUMEN

Objetivo: mapear los patrones espaciales y temporales de la mortalidad por diabetes mellitus. **Método:** se realizó una revisión de alcance conforme a las recomendaciones de JBI y reportada de acuerdo con PRISMA-ScR. La búsqueda se llevó a cabo en abril de 2025 en las bases de datos MEDLINE, BVS, Web of Science, Scopus, LILACS, EMBASE y en literatura gris, sin restricción de idioma ni de período. **Resultados:** se incluyeron 12 estudios realizados entre 2015 y 2024, predominantemente en Asia y las Américas, con enfoques ecológicos y de series temporales que utilizaron modelado bayesiano y análisis espacial. Se identificó una heterogeneidad espacial significativa, con agrupamientos de alta mortalidad en regiones con bajo desarrollo socioeconómico. Los factores socioeconómicos (urbanización y renta per cápita), ambientales (mayor urbanización, aumento de la temperatura media y contaminación), demográficos (países del hemisferio sur) y comportamentales (obesidad e inactividad física) mostraron asociación con la mortalidad por diabetes mellitus. **Conclusión:** la mortalidad por diabetes mellitus presenta patrones espacio-temporales heterogéneos, lo que demanda intervenciones contextualizadas y el fortalecimiento de la vigilancia epidemiológica.

Palabras clave: Diabetes Mellitus; Mortalidad; Analisis Espacio-Temporal; Revisión de Alcance.

Como citar este artigo:

Carneiro ACAA, Santos Neto M, Santos Neto AT, Rolim ILTP. Padrões espaço-temporais da mortalidade por diabetes mellitus: revisão de escopo. REME - Rev Min Enferm. 2026[citado em ____];30: e-1606. Disponível em: <https://doi.org/10.35699/2316-9389.2026.64300>

INTRODUÇÃO

O Diabetes Mellitus (DM) é uma condição crônica de saúde caracterizada por quadros de hiperglicemia persistente, ocasionados por alterações na secreção e/ou ação da insulina. O DM tipo 2 é o mais prevalente na população, estando geralmente relacionado à resistência insulínica e à disfunção progressiva das células beta pancreáticas^(1,2).

Estima-se que a prevalência mundial de DM, em 2024, tenha atingido 588,7 milhões de pessoas, com projeção de alcançar 852,5 milhões em 2050, evidenciando a magnitude e a tendência de crescimento da doença⁽³⁾. Essa crescente prevalência é impulsionada por uma complexa interação de fatores socioeconômicos, demográficos, ambientais e genéticos⁽⁴⁾.

Algumas das complicações crônicas associadas ao DM incluem nefropatia, retinopatia e neuropatia diabética, fortemente relacionadas ao controle glicêmico insuficiente. Ademais, pessoas com diabetes podem apresentar complicações agudas potencialmente fatais, como cetoacidose diabética, estado hiperosmolar hiperglicêmico e hipoglicemia, todas associadas a elevadas taxas de morbidade e mortalidade⁽²⁾.

Nos últimos anos, o avanço das geotecnologias e dos métodos de análise espacial e temporal, exemplificados pela regressão por *Joinpoint* para identificação de tendências temporais, pelo Índice de Moran para detecção de autocorrelação e clusters espaciais e pela modelagem *Geographically Weighted Random Forest* para capturar relações não lineares e heterogeneidades do território por meio do aprendizado de máquina, tem possibilitado uma compreensão mais aprofundada dos padrões espaço-temporais de ocorrência, distribuição e mortalidade por doenças crônicas não transmissíveis. Isso contribui para identificar áreas de maior risco, tendências emergentes e territórios prioritários para intervenção nessas doenças⁽⁵⁾.

Apesar da relevância do tema, as evidências disponíveis encontram-se dispersas entre diferentes métodos, contextos geográficos e períodos de análise, o que dificulta a consolidação do conhecimento e a identificação de lacunas para orientar futuras investigações. Diante disso, a consolidação dessas análises espaço-temporais configura-se como ferramenta estratégica indispensável para o planejamento em saúde e para o aprimoramento da vigilância epidemiológica, uma vez que a identificação precisa dos padrões de distribuição da mortalidade por DM revela territórios prioritários para atuação.

O impacto prático dessa síntese reside na capacidade de subsidiar a gestão de políticas públicas de saúde,

fornecendo evidências para uma alocação mais eficiente e equitativa de recursos financeiros e humanos. Além disso, ao desvelar as especificidades de cada região, o mapeamento viabiliza o direcionamento de intervenções territorialmente sensíveis, bem como o fortalecimento das ações de prevenção, monitoramento e controle do DM nos locais de maior vulnerabilidade.

Dessa forma, esta revisão procura responder à seguinte pergunta: “Quais são as evidências sobre os padrões espaciais e temporais da mortalidade por DM no mundo?”. Assim, este estudo busca mapear os padrões espaciais e temporais da mortalidade por DM em nível global.

MÉTODO

Esta revisão de escopo foi conduzida de acordo com as recomendações da JBI⁽⁶⁾, sendo relatada conforme o checklist *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Extension for Scoping Reviews* (PRISMA-ScR)⁽⁷⁾. O protocolo foi registrado na plataforma *Open Science Framework* (<https://osf.io/wjr2m/overview>).

Critério de elegibilidade

Foram incluídos estudos que respondessem à pergunta de pesquisa, em qualquer idioma e sem restrição de ano de publicação. Para a inclusão dos estudos, foram considerados os seguintes critérios:

- Participantes: Pessoas cujo DM foi registrado como causa básica ou associada de óbito, independentemente de idade, sexo ou outras características.
- Conceito: Esta revisão considerou estudos que analisaram a distribuição espacial e temporal da mortalidade por DM. O principal interesse consistiu em identificar fatores relatados nos estudos ao longo do tempo e do espaço que possam estar associados às variações das taxas de mortalidade por essa condição de saúde. Também foram considerados estudos que investigaram a distribuição espacial do DM e seus fatores associados, desde que contribuíssem para a compreensão dos padrões espaço-temporais relacionados à mortalidade pela doença.
- Contexto: Não foi estabelecida delimitação geográfica específica, visto que a revisão contemplou estudos publicados em âmbito mundial.

Tipos de fonte

Esta revisão incluiu estudos primários e secundários. Resumos publicados em congressos, periódicos ou repositórios acadêmicos também foram incluídos, desde que apresentassem dados preliminares ou finais. Guidelines, manuais e editoriais também foram elegíveis caso apresentassem informações relevantes para a pesquisa. Foram excluídos os estudos que não apresentavam informações sobre a mortalidade atribuída ao DM, geolocalização ou área geográfica dos dados analisados, abordagem utilizada para avaliar a distribuição espaço-temporal dos óbitos ou fatores associados à mortalidade. Também foram excluídos estudos que abordavam exclusivamente aspectos clínicos ou laboratoriais do DM, sem relação com análises espaciais, temporais ou determinantes populacionais da doença.

Estratégia de busca

O objetivo desta estratégia de busca foi localizar estudos publicados, bem como textos relevantes em outras fontes de informação, incluindo literatura cinzenta, considerado o destaque do tema. Com o auxílio de um bibliotecário, foi desenvolvida uma estratégia de busca específica para este estudo. Inicialmente, a estratégia foi manualmente adaptada para cada base de dados, de acordo com suas especificidades, sendo a busca realizada em 22 de abril de 2025.

Foram utilizadas as recomendações de busca em três etapas propostas pela JBI⁽⁶⁾. Primeiramente, foi realizada uma busca limitada nas bases MEDLINE (via PubMed) e Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS). Essas bases foram escolhidas por reunirem dados de abrangência mundial e regional, respectivamente. Em seguida, outros descritores e sinônimos provenientes dos vocabulários controlados MeSH, DeCS e Emtree foram incluídos para compor a estratégia final de busca. Por fim, a busca foi expandida para outras bases, conforme apresentado no Figura 1. Como fontes de evidência, foram utilizadas as seguintes bases de dados: Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), MEDLINE (via PubMed), *Web of Science* (WoS), Scopus, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e Excerpta Medica dataBASE (EMBASE). Além disso, para ampliar a busca, foram consideradas fontes de literatura cinzenta, incluindo a *American Diabetes Association* (ADA), a Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD) e a *International Diabetes Federation* (IDF).

Seleção de estudos e fonte de evidência

Os estudos recuperados foram exportados para o software *Rayyan – Intelligent Systematic Review*, utilizado para o gerenciamento e a sincronização das referências⁽⁸⁾. Inicialmente, todos os artigos localizados nas bases de dados da pesquisa foram identificados e as duplicatas removidas.

Em seguida, realizou-se um teste piloto de calibração, no qual uma amostra aleatória de 25 títulos e resumos foi selecionada. Essa etapa preliminar permitiu que a equipe de revisores alinhasse o entendimento sobre os critérios de elegibilidade, identificasse discrepâncias e considerasse possíveis ajustes antes da triagem principal, conforme recomendado pela JBI. O processo de triagem inicial apresentou concordância de 84% entre os avaliadores⁽⁶⁾.

Na etapa seguinte, dois revisores realizaram, de forma independente, a triagem dos títulos e resumos com base nos critérios de inclusão previamente estabelecidos. Em caso de discordância entre os avaliadores, um terceiro revisor era consultado para resolução do impasse. Os artigos selecionados foram submetidos à leitura na íntegra.

Todo o processo de seleção foi descrito de forma narrativa e acompanhado da elaboração de um fluxograma, conforme as diretrizes do PRISMA-ScR⁽⁷⁾.

Extração de dados

Para a extração dos dados, adaptou-se o modelo proposto pela JBI⁽⁶⁾, seguindo a recomendação de realização de um teste piloto por, pelo menos, dois membros da equipe de revisão.

Os estudos elegíveis incluídos nesta revisão de escopo foram exportados para uma planilha eletrônica contendo os seguintes dados: a) título; b) autores; c) ano de publicação; d) país de origem; e) periódico; f) objetivo; g) tipo de estudo/delineamento; h) população e amostra; i) variáveis de interesse, incluindo ano e local de ocorrência dos óbitos.

A extração dos dados dos estudos incluídos nesta revisão foi conduzida por um pesquisador e posteriormente conferida por dois revisores adicionais, para verificação da consistência e completude das informações registradas.

A qualidade metodológica dos estudos incluídos não foi avaliada, visto que não integrou os critérios de seleção, sendo uma etapa considerada opcional em revisões de escopo.

Quadro 1 - Estratégia de busca nas bases de dados

Base de dados	Estratégia de Busca
Medline/Pubmed	("diabetes mellitus"[MeSH Terms] AND "spatio temporal analysis"[MeSH Terms]) OR "analys*s spatio temporal"[Title/Abstract] OR "spatio temporal analys*s"[Title/Abstract] OR "spatial temporal analys*s"[Title/Abstract] OR "analys*s spatial temporal"[Title/Abstract] OR "temporal analys*s spatial"[Title/Abstract] OR "spatiotemporal analys*s"[Title/Abstract] OR "analys*s spatiotemporal"[Title/Abstract] OR "space time geography"[Title/Abstract] OR ("geograph*" [All Fields] AND "Space-Time"[Title/Abstract]) OR "space time geograph*" [Title/Abstract]
Web of Science	TS=(Diabetes Mellitus) AND (((((((((TS=(Spatio-Temporal Analysis)) OR TS=(Analys*s, Spatio-Temporal)) OR TS=(Spatio- Temporal Analys*s)) OR TS=(Spatial Temporal Analys*s)) OR TS=(Analys*s, Spatial Temporal)) OR TS=(Temporal Analys*s, Spatial)) OR TS=(Spatiotemporal Analys*s)) OR TS=(Analys*s, Spatiotem-poral)) OR TS=(Space-Time Geography)) OR TS=(Geograph*, Space-Time)) OR TS=(Space-Time Geograph*)
BVS	("Diabetes Mellitus" OR "Diabète") AND ("Análise Espaço-Temporal" OR "Spatio-Tempo-ral Analysis" OR "Análisis Espacio-Temporal" OR "Analyse spatio-temporelle")
EMBASE	'diabetes'/exp OR 'diabetes' OR 'diabetic'/exp OR 'diabetic' OR 'diabets'/exp OR 'diabets' OR 'unspecified diabetes mellitus'/exp OR 'unspecified diabetes mellitus' OR 'diabetes mellitus'/exp OR 'diabetes mellitus' AND 'space-time clustering' OR 'spatial temporal analysis' OR 'spatio- temporal analysis' OR 'spatiotemporal analysis'
Scopus	TITLE-ABS-KEY (diabetes AND mellitus) AND TITLE-ABS-KEY (spatio-temporal AND analysis)
LILACS	("Diabetes Mellitus" OR "Diabète") AND ("Análise Espaço-Temporal" OR "Spatio-Tempo-ral Analysis" OR "Análisis Espacio-Temporal" OR "Analyse spatio-temporelle")
ADA/SBD/IDF	("Diabetes mellitus") and ("Spatio-Temporal Analysis")

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Análise de dados e apresentação

Os dados extraídos foram tabulados e apresentados por meio de mapas (elaborados no software Canva) e tabelas, destacando-se os principais resultados de forma descritiva. Os dados também foram submetidos à análise de conteúdo qualitativa, conforme proposto por Elo e Kyn-gäs. Dessa forma, os resultados com características seme-lhantes foram agrupados em domínios temáticos centrais.

RESULTADOS

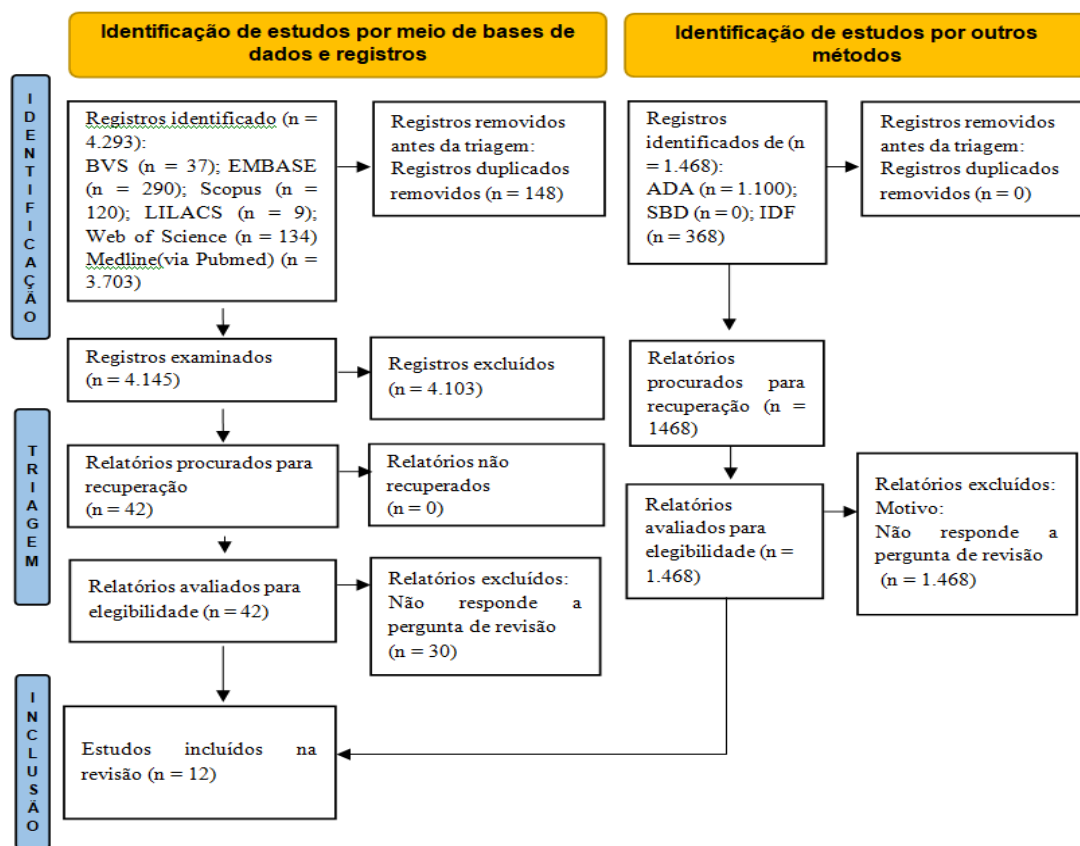
Foram incluídos 12 estudos publicados entre 2015 e 2024, que investigaram a mortalidade do DM sob uma perspectiva espacial e temporal, em diferentes contex-tos geográficos e populacionais⁽⁹⁻²⁰⁾. Destes, 50% (n = 6) (9,15,16,18-20) foram conduzidos na Ásia, principalmente na China^(9,16,18-20). Nas Américas, foram identificados cinco estudos (41,7%)^(10-13,17), dos quais três^(10,11,17) analisaram

dados da América Latina e dois^(12,13) realizados nos Esta-dos Unidos. Além disso, um estudo (8,3%)⁽¹⁴⁾ apresentou cobertura global, envolvendo 204 países.

A maioria dos estudos (76,9%) foi publicada em periódicos de acesso aberto, com delineamentos predo-minantemente ecológicos (n = 9; 75%)^(9-11,13,14,16-19), estudo transversal (n = 1; 8%)⁽¹²⁾, estudo de epidemiologia geo-gráfica com análise espaço-temporal e modelagem espa-cial (n = 1; 8%)⁽²⁰⁾ e editorial (n = 1; 8%)⁽¹⁵⁾. O processo de seleção está sumarizado na Figura 2. Embora o foco principal dos estudos incluídos tenha sido a mortalidade por DM, algumas investigações abordaram a prevalên-cia da doença e seus fatores de risco, contribuindo para a compreensão dos determinantes espaciais associados ao DM.

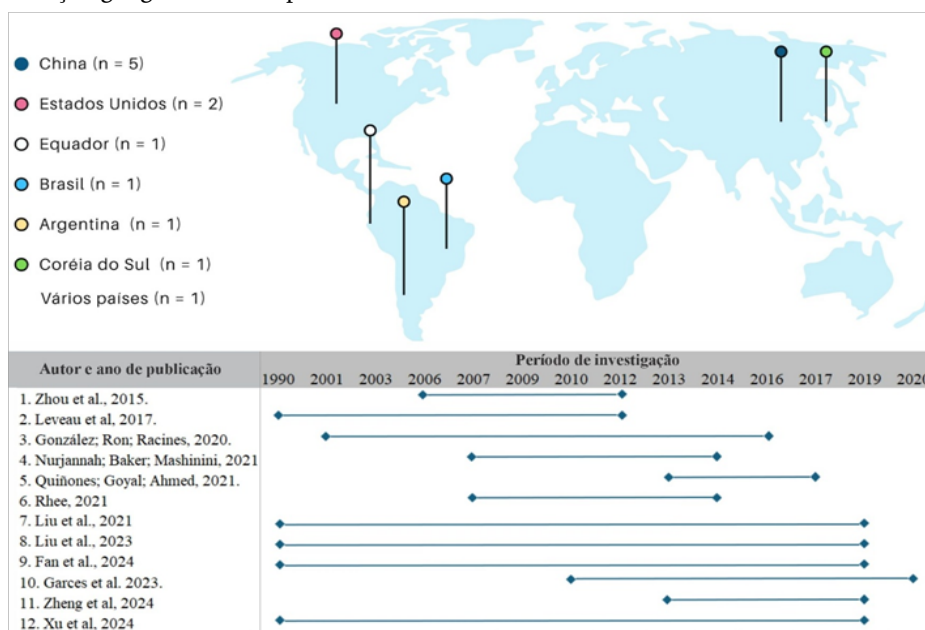
A Figura 3 ilustra a distribuição geográfica dos estu-dos e a evolução temporal das publicações. Observa-se um aumento progressivo no número de estudos a partir de 2018, coincidindo com o avanço das ferramentas de

Figura 2 – Fluxograma do processo de seleção de estudos.



Fonte: Adaptado do Fluxograma PRISMA-ScR.⁷

Figura 3 – Distribuição geográfica e temporal dos estudos incluídos.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

geoprocessamento e epidemiologia espacial aplicadas à saúde pública.

No mapa-múndi, verifica-se que a maior concentração de estudos ocorreu na China ($n = 5$), seguida pelos Estados Unidos ($n = 2$) e por publicações multicêntricas de abrangência internacional ($n = 2$). Também foram identificados estudos realizados no Equador ($n = 1$), Brasil ($n = 1$), Argentina ($n = 1$) e Coreia do Sul ($n = 1$).

Na parte inferior da Figura 2, o eixo temporal representa o período de publicação dos estudos, compreendido entre 2015 e 2024. Cada linha indica o intervalo temporal coberto ou analisado por cada pesquisa. Destacam-se as publicações realizadas entre 2021 e 2024, evidenciando o crescente interesse científico pelos padrões espaço-temporais relacionados ao DM nos últimos anos.

A Figura 4 apresenta uma síntese dos métodos e dos principais resultados dos estudos incluídos. Observou-se o predomínio de investigações focadas na mortalidade por DM, embora alguns estudos também tenham analisado a prevalência da doença e os fatores de risco comportamentais associados^(13,15). As amostras variaram amplamente entre os estudos, abrangendo análises em 161 municípios chineses⁽⁹⁾ até dados globais de 203 países⁽²⁰⁾, com períodos de observação entre 1990 e 2020.

Os fatores socioeconômicos foram os mais frequentemente investigados (92,3%), seguidos pelos fatores ambientais e climáticos (61,5%), demográficos (53,8%) e comportamentais (46,1%). Entre as variáveis mais citadas, destacam-se urbanização, renda per capita, densidade populacional, poluição atmosférica, temperatura média, sedentarismo e obesidade^(9,14,18,20).

Em relação aos principais achados, verificou-se heterogeneidade espacial significativa na distribuição da mortalidade por DM. Na China, constatou-se que as maiores taxas de mortalidade ocorreram nas regiões Nordeste e Noroeste, enquanto as áreas do Sul apresentaram índices mais baixos⁽⁹⁾. Essa distribuição esteve associada a fatores como urbanização, índice de massa corporal médio elevado, temperatura média anual e níveis de poluição atmosférica⁽¹⁶⁾. No contexto global, agrupamentos de alta mortalidade foram identificados em países insulares e de baixa renda, como Fiji, Kiribati e Trinidad e Tobago, destacando correlações negativas entre mortalidade e níveis de poluição atmosférica e consumo de álcool. Esses resultados sugerem que fatores econômicos e ambientais têm impacto diferenciado conforme o nível de desenvolvimento dos países⁽²⁰⁾.

Nos estudos realizados nas Américas, a concentração de altas taxas de mortalidade no norte da Argentina esteve associada à escolaridade e à infraestrutura

sanitária precária⁽¹⁰⁾, enquanto, no Equador, observou-se incremento anual de 3,2% na mortalidade por DM2 entre 2010 e 2020, especialmente em mulheres idosas e populações urbanas⁽¹¹⁾. No Brasil, destacaram-se desigualdades regionais marcantes, com maior mortalidade nas regiões Nordeste e Centro-Oeste, correlacionadas à vulnerabilidade social e baixa cobertura da atenção primária à saúde⁽¹⁷⁾.

Além disso, na última década, observou-se uma tendência crescente da mortalidade associada à urbanização e ao envelhecimento populacional^(16,17), enquanto outros estudos analisados indicaram redução ou estabilização das taxas de mortalidade em áreas com melhor acesso aos cuidados de saúde e programas de prevenção^(15,18). Em contrapartida, a transição nutricional e a expansão das cidades médias e pequenas têm sido associadas ao aumento da carga de DM2, sobretudo em países de renda média^(13,17).

DISCUSSÃO

A presente revisão evidenciou que a mortalidade por DM apresenta distribuição espacial heterogênea, marcada pela formação de conglomerados de alto risco em regiões com condições socioeconômicas menos favorecidas. Esse padrão foi observado em diferentes contextos geográficos, incluindo países da América Latina, Ásia e regiões de abrangência global, indicando que a ocorrência dos óbitos não se distribui aleatoriamente no território. Os resultados corroboram evidências prévias obtidas por meio de análises espaciais baseadas no Índice de Moran e em outras técnicas de autocorrelação espacial, que demonstram a influência do contexto territorial na distribuição da mortalidade por DM^(10,11,15,17).

A concentração de áreas com maior mortalidade em regiões caracterizadas por desigualdades sociais sugere que os determinantes da doença extrapolam fatores biológicos individuais, refletindo condições estruturais relacionadas ao acesso aos serviços de saúde, renda, escolaridade e infraestrutura. Na Argentina, por exemplo, as maiores taxas de mortalidade foram observadas em áreas com indicadores socioeconômicos desfavoráveis, enquanto, no Brasil, a vulnerabilidade social e a menor cobertura da atenção primária estiveram associadas ao aumento dos óbitos por DM^(10,17). De modo semelhante, estudos realizados na China identificaram maiores taxas de mortalidade em regiões mais urbanizadas, as quais estiveram associadas a fatores como índice de massa corporal elevado, temperatura média anual e exposição à poluição atmosférica^(9,16).

Figura 4 – Características e principais achados dos estudos sobre mortalidade por DM

Autor (ano) / País	Desenho do estudo	Unidade de análise	Principais achados
Zhou et al. (2015) China	Ecológico	Nacional; áreas urbanas e rurais	Maior mortalidade em mulheres; persistência de desigualdades regionais; maior urbanização, IMC e temperatura média associados a maior mortalidade.
Leveau et al. (2017) Argentina	Ecológico	Departamentos; adultos ≥ 34 anos; por sexo	Clusters de alta mortalidade prematura no centro-norte; resultados sugerem influência de políticas e acesso aos serviços.
González; Ron; Racines (2020) Equador	Ecológico misto	Provincial; ambos os sexos	57.788 óbitos (55,1% mulheres); tendências de mortalidade decrescentes em províncias andinas e crescentes em áreas costeiras.
Nurjannah; Baker; Mashinini (2021) EUA	Ecológico observacional retrospectivo espaço-temporal	Distritos escolares de Michigan	Queda discreta da mortalidade; persistência de clusters alto-alto; identificação de hotspots prioritários para intervenções escolares de prevenção do DM.
Quiñones; Goyal; Ahmed (2021) EUA	Ecológico espacial	Condados; prevalência de DM2	Obesidade e inatividade física como principais preditores; forte não estacionariedade espacial; necessidade de estratégias de prevenção localizadas.
Liu et al. (2021) Global	Ecológico/re- trospectivo	204 países; 1990–2019	Aumento substancial da carga de DM2 atribuível as partículas finas em suspensão no ar com diâmetro de até 2,5 micrômetros (PM _{2.5}); maior impacto em idosos, homens e regiões de baixo–médio índice de desenvolvimento.
Rhee (2021) Coreia do Sul	Editorial	Nacional	Evidencia a não aleatoriedade da distribuição espacial do DM; utilidade das análises espaço-temporais para políticas públicas; alta prevalência nacional de DM.
Liu et al. (2023) China	Ecológico de série temporal	Global; 1990–2019	Mortes atribuíveis ao aumento da temperatura; contribuição do calor superou a do frio em regiões de baixo desenvolvimento; maior risco em idosos e homens.
Garces et al. (2023) Brasil	Ecológico	Municipal; nacional	Tendência ascendente e heterogeneidade espacial; influência do Índice de Vulnerabilidade Social e da cobertura da ESF.
Fan et al. (2024) China	Ecológico/re- trospectivo	Global; até 2050	Projeções indicam queda da taxa de mortalidade padronizada por idade, mas aumento contínuo de anos de vida ajustados por incapacidade devido ao DM.
Zheng et al. (2024) China	Ecológico	Provincial; idosos	Temperatura média e umidade associadas à mortalidade por DM2
Xu et al. (2024) Global	Epidemiologia geográfica espaço-temporal	203 países; 1990–2019	IMC, tabagismo e poluição domiciliar associados ao aumento da mortalidade global; grandes desigualdades regionais; maior gasto em saúde e número de médicos associados à menor mortalidade.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Além da dimensão espacial, os estudos analisados demonstraram importantes mudanças temporais na mortalidade por DM. Embora algumas localidades tenham apresentado redução ou estabilização das taxas ao longo dos anos, especialmente em contextos com ampliação do acesso aos serviços de saúde e fortalecimento das estratégias de prevenção, a tendência global ainda indica manutenção ou crescimento da carga da doença^(14,18,21-23). Esse

cenário é particularmente preocupante em países de baixo e médio desenvolvimento socioeconômico, onde a rápida urbanização, o envelhecimento populacional e as transformações nos estilos de vida contribuem para a expansão dos fatores de risco associados ao DM⁽²⁴⁾.

Os achados também reforçam a relevância dos determinantes ambientais na dinâmica da mortalidade por DM. A exposição prolongada à poluição atmosférica por

partículas finas (e.g., PM_{2,5}) e a temperaturas não ideais esteve associada ao aumento da carga da doença em diferentes regiões do mundo^(14,16). Esses resultados ganham importância diante das mudanças climáticas observadas nas últimas décadas, considerando que populações residentes em áreas mais vulneráveis tendem a apresentar menor capacidade de adaptação a eventos ambientais extremos e menor acesso a serviços de saúde capazes de mitigar seus efeitos. Dessa forma, os fatores ambientais devem ser compreendidos como componentes relevantes na determinação das desigualdades em saúde relacionadas ao DM⁽²⁵⁾.

Outro aspecto recorrente nos estudos foi a influência dos fatores comportamentais. A obesidade e a inatividade física foram frequentemente associadas ao aumento da mortalidade e da carga global da doença, especialmente em regiões com menor nível de desenvolvimento socioeconômico^(13,18). Embora tais fatores sejam frequentemente tratados como escolhas individuais, os resultados sugerem que sua distribuição também está relacionada às características do ambiente urbano, às condições de vida e às oportunidades de acesso à alimentação adequada e à prática de atividades físicas. Essa constatação reforça a necessidade de intervenções que ultrapassem abordagens centradas exclusivamente no indivíduo, considerando os contextos sociais e territoriais nos quais as pessoas vivem⁽²⁶⁾.

Além disso, um ponto identificado nesta revisão refere-se à contribuição dos métodos de análise espacial e temporal para a compreensão da mortalidade por DM. Ferramentas como regressão *Joinpoint*, modelagem bayesiana, análise de clusters espaciais e modelos geograficamente ponderados permitiram identificar padrões que dificilmente seriam observados por análises epidemiológicas convencionais^(5,27,28). Além de evidenciar áreas prioritárias para intervenção, essas metodologias possibilitam monitorar tendências temporais e compreender a interação entre fatores ambientais, socioeconômicos e comportamentais na determinação da mortalidade⁽²⁷⁾.

Do ponto de vista das políticas públicas, os resultados reforçam a necessidade de estratégias territorialmente sensíveis para o enfrentamento do DM. A identificação de áreas de maior risco pode subsidiar o planejamento das ações de vigilância em saúde, a organização dos serviços e a distribuição mais equitativa dos recursos disponíveis. Nesse contexto, a atenção primária à saúde desempenha papel fundamental na prevenção, acompanhamento e controle da doença, especialmente em regiões socialmente vulneráveis.

Para a Enfermagem, os achados evidenciam o potencial das análises espaciais como ferramentas de apoio ao planejamento das ações assistenciais e de vigilância. O reconhecimento dos territórios com maior concentração de óbitos por DM pode auxiliar na organização da busca ativa, no monitoramento das pessoas com diabetes e na implementação de ações educativas direcionadas às necessidades locais. Dessa forma, o uso das informações espaciais fortalece o planejamento em saúde baseado em evidências e contribui para a redução das desigualdades relacionadas ao cuidado e ao controle da doença.

LIMITAÇÕES

Ao sintetizar metodologias complexas de análise espacial e múltiplos determinantes associados à mortalidade por DM, esta revisão fornece um panorama abrangente sobre a distribuição espaço-temporal da doença, contribuindo para o preenchimento de lacunas na literatura e para o fortalecimento das ações de planejamento em saúde. No entanto, deve-se considerar a predominância de delineamentos ecológicos entre os estudos incluídos, o que implica risco de falácia ecológica e limita a extrapolação das associações observadas no nível populacional para o nível individual.

Além disso, identificam-se potenciais vieses de publicação, idioma e representação geográfica, evidenciados pela concentração de estudos em países da Ásia e das Américas. Em contrapartida, observou-se escassez de investigações em diversas regiões socialmente vulneráveis, o que pode limitar a compreensão global dos padrões de mortalidade por DM.

Diante desse cenário, recomenda-se que futuras pesquisas expandam a produção de evidências em regiões ainda sub-representadas e invistam em estudos com abordagens individuais e espacialmente contextualizadas. Tais iniciativas poderão contribuir para uma compreensão mais aprofundada dos determinantes da mortalidade por DM e para o aprimoramento das estratégias de vigilância, prevenção e controle da doença em âmbito global.

CONCLUSÃO

A mortalidade por DM apresenta padrões espaço-temporais heterogêneos, caracterizados por alta mortalidade em regiões de menor desenvolvimento socioeconômico e em contextos marcados por urbanização acelerada, vulnerabilidade social, condições ambientais adversas e mudanças demográficas. Os estudos analisados demonstram que fatores socioeconômicos, ambientais

e comportamentais interagem de maneira complexa na determinação do risco de morte por DM, reforçando que a distribuição dos óbitos não ocorre de forma aleatória no território, mas segue dinâmicas estruturais específicas.

Ademais, observou-se tendência crescente ou estável da mortalidade na maior parte dos cenários avaliados, com projeções indicando a manutenção ou o aumento da carga atribuível à doença nas próximas décadas, especialmente em países de baixa e média renda. Esses achados reforçam a necessidade de ampliar o uso de análises espaciais e temporais no monitoramento do DM, aprimorar os sistemas de vigilância e desenvolver intervenções territorialmente sensíveis que considerem as desigualdades regionais.

REFERÊNCIAS

- Rossaneis MA, Andrade SM, Gvozdz R, Pissinatti PSC, Haddad MCL. Factors associated with glycemic control in people with diabetes mellitus. *Cienc Saúde Colet* [Internet]. 2019 [citado em 2025 maio 28];24(3):997-1005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232018243.02022017>
- Rodacki M, Cobas RA, Zajdenverg L, Silva Júnior WS, Giacaglia L, Calliari LE, et al. Diagnóstico de diabetes mellitus. Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes (2024). São Paulo: Sociedade Brasileira de Diabetes [Internet]; 2024 [citado em 2025 maio 27]. Disponível em: <https://doi.org/10.29327/5412848.2024-1>
- Genitsaridi I, Salpea P, Salim A, Sajjadi SF, Tomic D, James S, et al. 11th edition of the IDF Diabetes Atlas: global, regional, and national diabetes prevalence estimates for 2024 and projections for 2050. *Lancet Diabetes Endocrinol* [Internet]. 2026 [citado em 2025 maio 27];14(2):149-56. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(25\)00299-2](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(25)00299-2)
- Xu Y, Lu J, Li M, Wang T, Wang K, Cao Q, et al. Diabetes in China part 1: epidemiology and risk factors. *Lancet Public Health* [Internet]. 2024 [citado em 2025 maio 27];9(12):e1089-97. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(24\)00250-0](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(24)00250-0)
- Blangiardo M, Bouliari A, Diggle P, Piel F, Shaddick G, Elliott P. Advances in spatiotemporal models for non-communicable disease surveillance. *Int J Epidemiol* [Internet]. 2020 [citado em 2025 maio 15];49(1):5-16. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/ije/dyz181>
- Peters MDJ, Godfrey C, McInerney P, Munn Z, Tricco AC, Khalil H. Scoping reviews. In: Aromataris E, Lockwood C, Porritt K, Pilla B, Jordan Z, editors. *JBIM manual for evidence synthesis*. Adelaide: JBI; 2024 [citado em 2025 mar. 20]. Disponível em: <https://doi.org/10.46658/JBIMES-24-09>
- Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* [Internet]. 2021 [citado em 2025 mar. 20];372:n71. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan - a web and mobile app for systematic reviews. *Syst Rev* [Internet]. 2016 [citado em 2025 mar. 20];5(1):210. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>
- Zhou M, Astell-Burt T, Yin P, Feng X, Page A, Liu Y, et al. Spatiotemporal variation in diabetes mortality in China: multilevel evidence from 2006 and 2012. *BMC Public Health* [Internet]. 2015 [citado em 2025 maio 18];15:633. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12889-015-1982-0>
- Leveau CM, Marro MJ, Alonso V, Lawryniewicz AEB. Does geographic context matter in diabetes-related mortality? Spatial and time trends in Argentina, 1990-2012. *Cad Saude Publica* [Internet]. 2017 [citado em 2025 maio 20];33(1):e00169615. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00169615>
- Núñez-González S, Delgado-Ron A, Simancas-Racines D. Tendencias y análisis espacio-temporal de la mortalidad por diabetes mellitus en Ecuador, 2001-2016. *Rev Cubana Salud Publica* [Internet]. 2020 [citado em 2025 jun. 23];46(2). Disponível em: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662020000200011
- Nurjannah N, Baker KM, Mashinini DP. Spatiotemporal trends in diabetes-related mortality by school district in the state of Michigan, United States. *Epidemiol Health* [Internet]. 2021 [citado em 2025 jun. 23];43:e2021098. Disponível em: <https://doi.org/10.4178/epih.e2021098>
- Quiñones S, Goyal A, Ahmed ZU. Geographically weighted machine learning model for untangling spatial heterogeneity of type 2 diabetes mellitus (T2D) prevalence in the USA. *Sci Rep* [Internet]. 2021 [citado em 2025 jun. 20];11(1):6955. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-85381-1>
- Liu C, Wang B, Liu S, Li S, Zhang K, Luo B, et al. Type 2 diabetes attributable to PM2.5: a global burden study from 1990 to 2019. *Environ Int* [Internet]. 2021 [citado em 2025 jun. 20];156:106725. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106725>
- Rhee SY. Spatiotemporal analyses of the epidemiological characteristics of diabetes mellitus. *Epidemiol Health* [Internet]. 2021 [citado em 2025 jun. 20];43:e2021102. Disponível em: <https://doi.org/10.4178/epih.e2021102>
- Liu Y, Wang D, Huang X, Liang R, Tu Z, You X, et al. Temporal trend and global burden of type 2 diabetes attributable to non-optimal temperature, 1990-2019: an analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Environ Sci Pollut Res Int* [Internet]. 2023 [citado em 2025 jun. 20];30:82686-82695. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-023-28225-1>
- Garces TS, Damasceno LLV, Sousa GJB, Cestari VRF, Pereira MLD, Moreira TMM. Relação entre indicadores de desenvolvimento social e mortalidade por diabetes mellitus no Brasil: análise espacial e temporal. *Rev Latino-Am Enferm* [Internet]. 2023 [citado em 2025 jun. 20];31:e3973. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1518-8345.6592.3973>
- Fan S, Xu J, Wu J, Yan L, Ren M. Spatiotemporal trends of type 2 diabetes due to low physical activity from 1990 to 2019 and forecasted prevalence in 2050: a Global Burden of Disease Study 2019. *J Nutr Health Aging* [Internet]. 2024 [citado em 2025 jun. 19];28(11):100402. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jnha.2024.100402>
- Zheng W, Chu J, Bambrick H, Wang N, Mengersen K, Guo X, et al. Temperature, relative humidity and elderly type 2 diabetes mortality: a spatiotemporal analysis in Shandong, China. *Int*

- J Hyg Environ Health [Internet]. 2024 [citado em 2025 jun. 19];262:114442. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2024.114442>
20. Xu Z, Feng J, Xing S, Liu Y, Chen Y, Li J, et al. Global trends and spatial drivers of diabetes mellitus mortality, 1990-2019: a systematic geographical analysis. *Front Endocrinol* [Internet]. 2024 [citado em 2025 jun. 19];15:1370489. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1370489>
21. Tuomilehto J, Uusitupa M, Gregg E, Lindström J. Type 2 diabetes prevention programs—from proof-of-concept trials to national intervention and beyond. *J Clin Med* [Internet]. 2023 [citado em 2025 jun. 19];12:1876. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/jcm12051876>
22. Valabhji J, Barron E, Bradley D, Bakhai C, Fagg J, O'Neill S, et al. Early outcomes from the English National Health Service Diabetes Prevention Programme. *Diabetes Care* [Internet]. 2020 [citado em 2025 jun. 19];43(1):152-60. Disponível em: <https://doi.org/10.2337/dc19-1425>
23. Lee I, Kang M, Choi J, Lim H, Chon S. Clinically practical and affordable lifestyle modification to prevent diabetes mellitus in real practice. *Diabetes Metab J* [Internet]. 2025 [citado em 2025 jun. 21];49(5):951-63. Disponível em: <https://doi.org/10.4093/dmj.2025.0675>
24. Liu J, Bai R, Chai Z, Cooper M, Zimmet P, Zhang L. Low-and middle-income countries demonstrate rapid growth of type 2 diabetes: an analysis based on Global Burden of Disease 1990–2019 data. *Diabetologia* [Internet]. 2022 [citado em 2025 jun. 21];65(8):1339-52. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00125-022-05713-6>
25. Yang BY, Qian Z, Li S, Chen G, Bloom MS, Elliott M, et al. Ambient air pollution in relation to diabetes and glucose-homoeostasis markers in China: a cross-sectional study with findings from the 33 Communities Chinese Health Study. *Lancet Planet Health* [Internet]. 2018 [citado em 2025 jun. 21];2(2):e64-e73. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(18\)30001-9](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30001-9)
26. Hill-Briggs F, Fitzpatrick SL. Overview of social determinants of health in the development of diabetes. *Diabetes Care* [Internet]. 2023 [citado em 2025 jun. 21];46(9):1590-8. Disponível em: <https://doi.org/10.2337/dci23-0001>
27. Su B, Wang Y, Dong Y, Hu G, Xu Y, Peng X, et al. Trends in Diabetes Mortality in Urban and Rural China, 1987–2019: a join point regression analysis. *Front Endocrinol (Lausanne)* [Internet]. 2022 [citado em 2025 jun. 21];12:777654. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fendo.2021.777654>
28. Lord J, Roberson S, Odoi A. A retrospective investigation of spatial clusters and determinants of diabetes prevalence: scan statistics and geographically weighted regression modeling approaches. *Peer J* [Internet]. 2023 [citado em 2025 jun. 21];11:e15107. Disponível em: <https://doi.org/10.7717/peerj.15107>