ARTIGO ORIGINAL

Tendência temporal e distribuição espacial da mortalidade por diabetes mellitus tipo 1 em Minas Gerais, Brasil, 2018–2023

Mortality from type 1 diabetes mellitus in Minas Gerais, Brazil, 2018–2023: temporal and spatial analysis

Samira de Souza Guiçardes Brêtas[1], Daví Barbosa Pereira de Sousa[2], Ágata Bartelli Araújo[3], Paulo Filipe Silva Siqueira[4], Daniela Correa Ferreira[5], Waneska Alexandra Alves[6]

1. Nutricionista graduada pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF-GV), Campus Avançado Governador Valadares, Governador Valadares, MG, Brasil. 2. Mestre em Estatística e Experimentação Agropecuária pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Lavras, MG - Brasil. 3. Nutricionista graduada pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF-GV), Campus Avançado Governador Valadares, Governador Valadares, MG, Brasil. 4. Discente do curso de graduação em Farmácia, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF-GV), Campus Avançado Governador Valadares, Governador Valadares, MG, Brasil. 5. Docente no curso de Nutrição, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF-GV), Campus Avançado Governador Valadares, Governador Valadares, MG, Brasil. 6. Docente no curso de Medicina, Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Ouro Preto, MG, Brasil.

Resumo

Objetivo: Analisar o perfil sociodemográfico, a distribuição espacial e a tendência temporal da mortalidade por DM1 entre os residentes de municípios de Minas Gerais. **Métodos**: Estudo ecológico de séries temporais com dados do Sistema de Informação sobre Mortalidade, no período de 2018 a 2023, em residentes de municípios mineiros. Foram analisados óbitos por DM1, segundo características sociodemográficas. As taxas de mortalidade foram calculadas por 100 mil habitantes. Realizou-se análise de séries temporais interrompidas, com regressão segmentada e correção para autocorrelação, além de análise espacial por meio do índice de Moran global e local. **Resultados:** Foram registrados 3.633 óbitos, com aumento do número absoluto e das taxas de mortalidade. Observou-se maior frequência entre mulheres, idosos, indivíduos de cor branca e com menor escolaridade. A maioria dos óbitos ocorreu em ambiente hospitalar e com assistência médica. A tendência temporal geral foi estacionária, sem mudanças significativas após 2022. Entretanto, algumas macrorregiões apresentaram padrões específicos, com aumento progressivo após o ponto de interrupção. A análise espacial evidenciou heterogeneidade na distribuição das taxas, sem autocorrelação espacial significativa. **Conclusões**: A mortalidade por DM1 em MG apresentou aumento no período analisado, com desigualdades sociodemográficas e regionais. Os achados reforçam a necessidade de fortalecimento da atenção à saúde e de estratégias direcionadas à redução das desigualdades no manejo da doença.

Palavras-chave: diabetes mellitus tipo 1; mortalidade; complicações do diabetes; sistemas de informação em saúde; estudos de séries temporais.

Abstract

Objective: to analyze the sociodemographic profile, spatial distribution, and temporal trend of mortality from type 1 diabetes mellitus (T1DM) among residents of municipalities in the state of Minas Gerais, Brazil. **Methods**: An ecological time-series study using data from the Mortality Information System for the period 2018–2023 among residents of municipalities in Minas Gerais. Deaths due to 1DM were analyzed according to sociodemographic characteristics. Mortality rates were calculated per 100,000 inhabitants. A broken-time series analysis was performed, using segmented regression and autocorrelation correction, in addition to spatial analysis using the global and local Moran's indices. **Results**: A total of 3,633 deaths were recorded, with an increase in both the absolute number and mortality rates. Higher frequencies were observed among women, the elderly, white individuals, and those with lower educational attainment. Most deaths occurred in a hospital setting with medical care. The overall temporal trend was stationary, with no significant changes after 2022. However, some macro-regions exhibited specific patterns, with a progressive increase after the breakpoint. Spatial analysis revealed heterogeneity in the distribution of rates, with no significant spatial autocorrelation. **Conclusions**: Mortality from 1DM in MG increased during the analyzed period, with sociodemographic and regional inequalities. The findings reinforce the need to strengthen healthcare and implement strategies aimed at reducing inequalities in disease management.

Keywords: type 1 diabetes mellitus; mortality; diabetes complications; health information systems; time-series studies.

INTRODUÇÃO

O diabetes mellitus tipo 1 (DM1) é caracterizado pela destruição autoimune das células beta pancreáticas, o que causa uma deficiência ou inexistência da secreção de insulina, levando o paciente a hiperglicemia associados a complicações, disfunções, insuficiência de vários órgãos, coma e até morte, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS)[1].

A doença é uma condição autoimune para a qual não existem medidas de prevenção, podendo ocorrer em qualquer faixa etária. Embora historicamente mais frequente em crianças e adolescentes, evidências recentes indicam maior número de novos diagnósticos na idade adulta, o que pode atrasar o manejo clínico adequado. A forma clássica da doença em crianças e adolescentes caracteriza-se por início rápido e necessidade imediata de insulinoterapia. Todavia, casos diagnosticados na vida adulta podem apresentar evolução clínica mais lenta e

Correspondente: Samira de Souza Guiçardes Brêtas. E-mail: samirasouza50@yahoo.com.br
Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse
Recebido em: 1 Jun 2026; Revisado em: 20 Set 2026; Aceito em:23 Set 026

manifestações clínicas menos intensas[2,3].

O DM1 representa um importante problema de saúde pública global, caracterizado por elevada carga de doença e impacto significativo na mortalidade, especialmente em contextos de acesso limitado ao tratamento. O diabetes tipo 1 em crianças e adolescentes cresce rapidamente no mundo, passando de 2,3 milhões de casos em 1990 para 8,8 milhões em 2020, podendo alcançar 17,4 milhões até 2040, considerando um cenário global de subdiagnóstico da doença[4]. No Brasil, segundo o Ministério da Saúde, estima-se que a incidência anual da doença seja considerada elevada, ocorrendo 25,6 casos a cada 100.000 habitantes, com ocorrência maior entre pessoas da raça/cor branca[5] .

Em Minas Gerais, embora existam dados disponíveis em sistemas de informação em saúde, ainda são limitados os estudos que analisam, de forma específica, a mortalidade por DM1, especialmente sob a perspectiva de tendências temporais e distribuição espacial. Nesse contexto, o Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM), implantado em 1975, constitui a principal fonte de dados para os estudos de mortalidade no país, permitindo o monitoramento de óbitos e a análise de padrões epidemiológicos[6].

Considerando o caráter potencialmente evitável dos óbitos pela doença, especialmente diante de intervenções oportunas como diagnóstico precoce, educação em saúde e manejo adequado (educação do paciente e de sua família, aliada a uma abordagem integral do cuidado)5, este estudo se justifica pela necessidade de compreender o perfil das pessoas que evoluem para o óbito. Desse modo, investigar a mortalidade por DM1 no contexto de Minas Gerais pode subsidiar a formulação de estratégias mais eficazes de cuidado e vigilância, voltadas à redução das desigualdades e ao fortalecimento do sistema de saúde, com impacto na diminuição de casos graves e óbitos evitáveis.

Este estudo, portanto, teve como objetivo analisar a tendência temporal, a distribuição espacial e as características sociodemográficas dos indivíduos que evoluíram a óbito por DM1, de 2018 a 2023, residentes de municípios de Minas Gerais.

MÉTODOS

Delineamento da pesquisa

Este estudo é classificado como do tipo ecológico de séries temporais das taxas de mortalidade específicas por DM1 em população residente em municípios de Minas Gerais, no período de 1º de janeiro de 2018 a 31 de dezembro de 2023.

Local e população de estudo

O estado de Minas Gerais, localizado na região Sudeste do Brasil, possui população estimada em 20.539.989 habitantes, sendo o segundo estado mais populoso do país, distribuídos em 853 municípios, maior número entre as unidades federativas, e uma área territorial de 586.513,984 km², segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)[7]. Administrativamente, o estado é dividido em 16 macrorregiões de saúde, estrutura adotada para otimizar a gestão, o planejamento e a oferta de serviços do SUS8.

A população de estudo foi composta por todos os registros de óbitos, cujo município de residência recebeu um código para MG e cuja causa básica de morte está codificada segundo a Classificação Internacional de Doenças, 10a Edição9 relacionados a DM1: E10.0 (DM1 - com coma); E10.1 (DM1 com cetoacidose); E10.2 (DM1 com complicações renais); E10.3 (DM1 com complicações oftálmicas); E10.4 (DM1 com complicações neurológicas); E10.5 (DM1 com complicações circulatórias periféricas); E10.6 (DM1 com outras complicações especificadas); E10.7 (DM1 com complicações múltiplas); E10.8 (DM1 com complicações não especificadas); E10.9 (DM1 sem complicações). Foram excluídos os registros de óbitos cuja causa básica de morte não obteve relação clara com o DM1 ou com a residência em município mineiro.

Coleta de Dados

Foram utilizados dados secundários dos registros de óbitos do SIM10 disponibilizados publicamente pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DataSUS/MS) no período do estudo. Os registros foram acessados em 25 de abril de 2025 pelo TabWin (versão 4.1.5 DataSUS) para a conversão dos dados.

As variáveis do estudo foram: município e macrorregião de residência do óbito; ano óbito; faixa etária (0 a 19; 20 a 39; 40 a 59; 60 a 79 e 80 e demais anos); sexo (feminino/masculino); raça/cor da pele (branca, preta, parda, amarela, indígena); estado civil (casado; divorciado; solteiro; união estável; viúvo) escolaridade em anos (1 a 3; 4 a 7; 8 a 11; 12 anos ou mais); local de ocorrência do óbito (domicílio, hospital, via pública, outro estabelecimento de saúde); causa básica de morte (CID-10), assistência médica (sim; não).

Análise dos dados

As análises descritivas foram realizadas para caracterizar os perfis sociodemográficos dos óbitos. Foi calculado o teste do qui-quadrado de Pearson (nível de significância de 5%) para frequências absolutas das variáveis sexo, estado civil, escolaridade, faixa etária, raça/cor da pele (branca, preta, parda, amarela, indígena), local de ocorrência e assistência médica. Utilizou-se software R (versão 4.5.2 - R CORE TEAM 2025). As taxas de mortalidade específica para DM1 foram calculadas dividindo-se o número de óbitos (numerador) pelo número da população residente (denominador) para o mesmo período, multiplicando-se por 100 mil habitantes.

Foi realizada uma análise de série temporal interrompida - Interrupted Time Series (ITS) com dados mensais de óbitos, abrangendo o período de janeiro de 2018 a dezembro de 2023,

para o estado e suas macrorregiões de saúde. Os óbitos foram agregados por mês e ano de ocorrência, sendo calculadas taxas mensais de mortalidade por 100.000 habitantes a partir do número absoluto de óbitos e das estimativas populacionais anuais correspondentes; para as análises por macrorregião, foi construída uma base completa contendo todos os meses do período de estudo, incluindo meses sem ocorrência de óbitos, os quais foram considerados com valor zero. O ponto de interrupção da série foi definido como março de 2020, correspondente ao início do evento de interesse, neste caso, a pandemia. Conforme proposto por Antunes e Cardoso11, o modelo de regressão segmentada pode ser representado pela equação: $Y_i = \beta_0 + \beta_1 \text{tempo} + \beta_2 \text{degrau} + \beta_3 \text{rampa}$, em que o β_0 representa o nível inicial da série, *tempo* corresponde à sequencia temporal mensal desde o início do período analisado, *degrau* é uma variável indicadora binária (0 = período pré-intervenção; 1 = período pós-intervenção), *rampa* representa o número de meses transcorridos desde a interrupção e β_1, β_2, β_3 são os coeficientes associados. Esses parâmetros permitem estimar a tendência temporal pré-intervenção, a mudança imediata no nível da série após a intervenção e a alteração da tendência no período pós-intervenção.

As séries temporais foram modeladas por meio de regressão segmentada com correção para autocorrelação serial de primeira ordem, utilizando o método de Prais–Winsten, conforme recomendações da literatura11,12. Os modelos foram ajustados separadamente para o estado de Minas Gerais e para cada macrorregião de saúde, considerando como variável dependente a taxa mensal de mortalidade. A autocorrelação dos resíduos foi avaliada por meio da estatística de Durbin–Watson, considerando-se valores próximos de 2 como indicativos de independência serial12. Utilizou-se o software R e ambiente de desenvolvimento RStudio, (versão 2026.1.0.392 - POSIT TEAM, 2026) para a análise estatística.

Foi realizada análise espacial, e as taxas de mortalidade específica foram analisadas para o período total e para três intervalos bianuais (2018–2019, 2020–2021 e 2022–2023). As taxas municipais foram integradas à malha territorial do estado, e a dependência espacial foi avaliada por meio do índice de Moran global e do indicador local de associação espacial (LISA), considerando matriz de vizinhança do tipo rainha e nível de significância de 5% 10.

Aspectos Éticos

Por se tratar de dados secundários de domínio público, esta pesquisa foi dispensada de apreciação pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) e sua execução respeitou as determinações éticas das Resoluções nº 466/12 (Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos) e 510/16 (Normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais envolvendo seres humanos) do Conselho Nacional de Saúde, Ministério da Saúde do Brasil (CNS/MS).

RESULTADOS

No período de 2018 a 2023, foram registrados 3.633 óbitos, com predomínio do sexo feminino (51,9%; n = 1.885), de indivíduos com 60 anos ou mais (49,1%; n = 1.783), de raça/cor branca (42,2%; n = 1.532) e com escolaridade entre 4 e 7 anos (23,3%; n = 847). Observou-se maior frequência entre indivíduos casados (33,9%; n = 1.232) e residentes na macrorregião de saúde Centro (30,7%; n = 1.118). Quanto às características assistenciais, 45,0% dos óbitos ocorreram com assistência médica (n = 1.635) e 53,3% em ambiente hospitalar (n = 1.938) (tabela 1). As variáveis sociodemográficas e assistenciais analisadas apresentaram associação estatisticamente significativa com os óbitos por diabetes mellitus tipo 1, incluindo sexo, faixa etária, estado civil, escolaridade, raça/cor da pele, local de ocorrência e assistência médica (p < 0,05) (tabela 1).

Tabela 1. Distribuição do número de óbitos (n), mortalidade proporcional (%) e taxa de mortalidade específica (por 100 mil habitantes) (TME), segundo características sociodemográficas e assistência médica dos registros de óbitos por Diabetes Mellitus tipo 1. Minas Gerais, 2018–2023 (n = 3.633).

Variáveis	N	p-valor*	%	TME
Sexo				
Feminino	1.885	0,024	51,9	2,93
Masculino	1.748		48,1	2,81
Estado Civil				
Casado	1232	< 0,001	33,9	-
União Estável	90		2,5	-
Divorciado	278		7,7	-
Solteiro	880		24,2	-
Viúvo	824		22,7	-
Sem informação	329		9,1	-
Escolaridade (em anos)				
1-3	810	< 0,001	22,3	-
4-7	847		23,3	-

Variáveis	N	p-valor*	%	TME
8-11	584		16,0	-
12 ou mais	110		3,0	-
Nenhuma	544		15,0	-
Sem informação	738		20,3	-
Faixa etária (em anos)				
0 - 4	4	< 0,001	0,1	0,04
5-9	0		0,0	0,0
10-14	7		0,2	0,16
15-19	14		0,4	0,09
20-29	90		2,5	0,46
30-39	154		4,2	0,78
40-49	288		7,9	1,59
50-59	523		14,4	3,4
60-69	866		23,8	7,23
70-79	917		25,2	14,59
80 e mais	770		21,2	24,93
Raça/cor da pele				
Branca	1.532	< 0,001	42,2	-
Preta	567		15,6	-
Parda	1469		40,4	-
Amarela	18		0,5	-
Indígena	6		0,2	-
Sem informação	41		1,1	-
Local de ocorrência				
Domicílio	1.163	< 0,001	32,0	-
Hospital	1.938		53,3	-
Outros estabelecimentos de saúde	434		11,9	-
Via Pública	28		0,8	-
Outros	66		1,8	-
Sem informação	4		0,1	-
Assistência médica				
Sim	1.635	< 0,001	45,0	-
Não	224		6,2	-
Sem informação	1.774		48,9	-

Fonte: Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM/DATASUS), Ministério da Saúde do Brasil. Elaboração dos autores. *Qui-quadrado de Pearson

Observou-se aumento progressivo no número absoluto de óbitos e taxas de mortalidade ao longo do período analisado, passando de 495 óbitos em 2018 para 769 em 2023 (55,4%), com elevação da taxa de mortalidade de 2,7 para 3,6 por 100 mil habitantes (33,3%). Esse incremento foi mais pronunciado entre indivíduos com 60 anos ou mais (tabela 2).

Entre as subcategorias clínicas, a categoria sem complicações especificadas (E10.9) apresentou a maior proporção de óbitos ao longo do período, 36,3% em 2019 a 42,3% em 2021, além das maiores taxas de mortalidade, atingindo 1,4 por 100 mil habitantes em 2023. As subcategorias relacionadas a complicações metabólicas agudas, como cetoacidose diabética (E10.1) e complicações renais (E10.2), também evidenciaram aumento progressivo tanto no número de óbitos quanto nas taxas de mortalidade (tabela 2).

Tabela 2. Distribuição do número de óbitos (n), proporção (%) e taxa de mortalidade específica (TME) segundo categorias da Classificação Internacional de Doenças – 10ª Revisão (CID-10) relacionadas ao Diabetes Mellitus tipo 1. Minas Gerais, 2018–2023 (n = 3.633).

*CID-10	ANO																		Total		
	2018			2019			2020			2021			2022			2023					
	(n)	%	TME	(n)	%	TME	(n)	%	TME	(n)	%	TME	(n)	%	TME	(n)	%	TME	(n)	%	† TME
E10.0	9	1,8	0,04	11	2,4	0,05	24	3,9	0,11	13	2,1	0,06	15	2,3	0,07	25	3,3	0,12	97	2,7	0,08
E10.1	28	5,7	0,13	36	7,7	0,17	65	11,0	0,31	66	11,0	0,31	73	11,1	0,35	71	9,2	0,33	339	9,3	0,27
E10.2	65	13,0	0,31	50	11,0	0,24	65	11,0	0,31	77	12,0	0,37	75	11,4	0,36	81	11,0	0,38	413	11,4	0,33
E10.3	0	0,0	0,00	6	1,3	0,03	4	0,6	0,02	0	0,0	0,00	1	0,2	0,01	4	0,5	0,02	15	0,4	0,01
E10.4	5	1,0	0,02	4	0,9	0,02	4	0,6	0,02	1	0,2	0,01	1	0,2	0,01	0	0,0	0,00	15	0,4	0,01
E10.5	39	7,9	0,19	46	9,8	0,22	58	9,4	0,28	44	7,0	0,21	56	8,5	0,26	58	7,5	0,27	301	8,3	0,24
E10.6	2	0,4	0,01	6	1,3	0,03	5	0,8	0,02	4	0,6	0,02	4	0,6	0,02	7	0,9	0,03	28	0,8	0,02
E10.7	109	22,0	0,52	95	20,0	0,45	132	21,0	0,63	99	16,0	0,47	120	18,2	0,57	157	20,0	0,74	712	19,6	0,56
E10.8	41	8,3	0,20	44	8,8	0,21	47	7,6	0,22	54	8,6	0,57	67	10,2	0,31	62	8,0	0,29	315	8,7	0,30
E10.9	197	40,0	0,95	170	36,0	0,81	241	39,0	1,02	267	42,0	1,26	246	37,4	1,16	304	40,0	1,43	1.425	39,2	1,11
Total	495	100,0	2,70	468	100,0	2,24	618	100,0	2,94	625	100,0	2,96	658	100,0	3,10	769	100,0	3,62	3.633	100,0	2,93

Fonte: Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM/DATASUS), Ministério da Saúde do Brasil. Elaboração dos autores.
*CID-10: Classificação Internacional de Doenças, 10a Edição: E10.0 (Diabetes Mellitus - com coma); E10.1 (Diabetes Mellitus insulino-dependente com cetoacidose); E10.2 (Diabetes Mellitus insulino-dependente com complicações renais); E10.3 (Diabetes Mellitus insulino-dependente com complicações oftálmicas); E10.4 (Diabetes Mellitus insulino-dependente com complicações neurológicas); E10.5 (Diabetes Mellitus insulino-dependente com complicações circulatórias periféricas); E10.6 (Diabetes Mellitus insulino-dependente com outras complicações especificadas); E10.7 (Diabetes Mellitus insulino-dependente com complicações múltiplas); E10.8 (Diabetes Mellitus insulino-dependente com complicações não especificadas); E10.9 (Diabetes Mellitus insulino-dependente sem complicações). † Média aritmética das taxas de mortalidade específica (TME) para o período.

A categoria de complicações múltiplas (E10.7) manteve participação expressiva ao longo dos anos (16,0 e 22,0%), com tendência de elevação das taxas. Em contraste, as subcategorias referentes a complicações oftálmicas (E10.3), neurológicas (E10.4) e circulatórias periféricas (E10.5) apresentaram baixa frequência de óbitos e taxas de mortalidade reduzidas (Tabela 2).

Para a análise da série histórica, não foi identificada tendência temporal significativa no período pré-intervenção, caracterizando comportamento estacionário da série. Da mesma forma, não foram observadas mudanças imediatas no nível da série após o ponto de interrupção, nem alterações significativas na tendência no período subsequente (tabela 3).

Tabela 3. Tendência temporal das taxas de mortalidade específica por Diabetes Mellitus tipo 1, segundo macrorregiões de saúde de residência, estimada por regressão segmentada de séries temporais interrompidas. Minas Gerais, 2018–2023 (n=3.633).

Dimensão	Regressores*	VPA (IC 95%)	Interpretação	DW†
Minas Gerais	Tempo	-0,003 (-0,007; 0,002)	Estacionário	1,943
	Degrau	0,065 (-0,024; 0,155)	Não detectada	
	Rampa	0,004 (-0,002; 0,009)	Não detectada	
Sul	Tempo	-0,010 (-0,053; 0,032)	Estacionário	2,013
	Degrau	-0,298 (-1,088; 0,492)	Não detectada	
	Rampa	0,017 (-0,029; 0,063)	Não detectada	
Centro Sul	Tempo	0,028 (-0,045; 0,100)	Estacionário	1,994
	Degrau	-0,204 (-1,553; 1,146)	Não detectada	
	Rampa	-0,008 (-0,087; 0,071)	Não detectada	
Centro	Tempo	-0,008 (-0,016; 0,001)	Estacionário	1,952
	Degrau	0,087 (-0,074; 0,248)	Não detectada	
	Rampa	0,010 (0,001; 0,020)	Aumento progressivo	
Jequitinhonha	Tempo	-0,038 (-0,169; 0,094)	Estacionário	1,987
	Degrau	1,548 (-0,894; 3,991)	Não detectada	
	Rampa	0,050 (-0,092; 0,193)	Não detectada	
Oeste	Tempo	-0,105 (-0,178; -0,031)	Decrescente	1,984
	Degrau	0,181 (-1,182; 1,545)	Não detectada	
	Rampa	0,126 (0,046; 0,205)	Aumento progressivo	
Leste	Tempo	0,028 (-0,052; 0,107)	Estacionário	2
	Degrau	-0,278 (-1,749; 1,192)	Não detectada	
	Rampa	-0,011 (-0,096; 0,075)	Não detectada	
Sudeste	Tempo	0,013 (-0,014; 0,040)	Estacionário	1,982
	Degrau	0,378 (-0,129; 0,884)	Não detectada	
	Rampa	-0,022 (-0,052; 0,007)	Não detectada	
Norte	Tempo	0,004 (-0,039; 0,046)	Estacionário	1,998
	Degrau	-0,125 (-0,913; 0,663)	Não detectada	
	Rampa	0,000 (-0,046; 0,046)	Não detectada	
Noroeste	Tempo	0,042 (-0,090; 0,173)	Estacionário	2,021
	Degrau	-0,249 (-2,684; 2,187)	Não detectada	
	Rampa	-0,065 (-0,208; 0,079)	Não detectada	
Leste do Sul	Tempo	-0,026 (-0,106; 0,053)	Estacionário	2,008
	Degrau	0,519 (-0,964; 2,002)	Não detectada	
	Rampa	-0,005 (-0,091; 0,082)	Não detectada	
Nordeste	Tempo	0,052 (-0,017; 0,121)	Estacionário	1,984
	Degrau	-0,549 (-1,830; 0,732)	Não detectada	
	Rampa	-0,044 (-0,119; 0,032)	Não detectada	

Dimensão	Regressores*	VPA (IC 95%)	Interpretação	DW†
Triângulo do Sul	Tempo	-0,080 (-0,167; 0,007)	Estacionário	1,867
	Degrau	0,114 (-1,502; 1,730)	Não detectada	
	Rampa	0,088 (-0,006; 0,183)	Não detectada	
Triângulo do Norte	Tempo	0,018 (-0,020; 0,056)	Estacionário	2,014
	Degrau	0,027 (-0,671; 0,725)	Não detectada	
	Rampa	-0,028 (-0,069; 0,013)	Não detectada	
Vale do Aço	Tempo	0,037 (-0,056; 0,130)	Estacionário	1,996
	Degrau	1,524 (-0,200; 3,248)	Não detectada	
	Rampa	-0,095 (-0,196; 0,005)	Não detectada	
Extremo Sul	Tempo	-0,026 (-0,067; 0,016)	Estacionário	1,826
	Degrau	0,190 (-0,575; 0,956)	Não detectada	
	Rampa	0,040 (-0,005; 0,085)	Não detectada	
Sudoeste	Tempo	0,017 (-0,050; 0,084)	Estacionário	2,023
	Degrau	0,496 (-0,746; 1,737)	Não detectada	
	Rampa	-0,034 (-0,106; 0,039)	Não detectada	

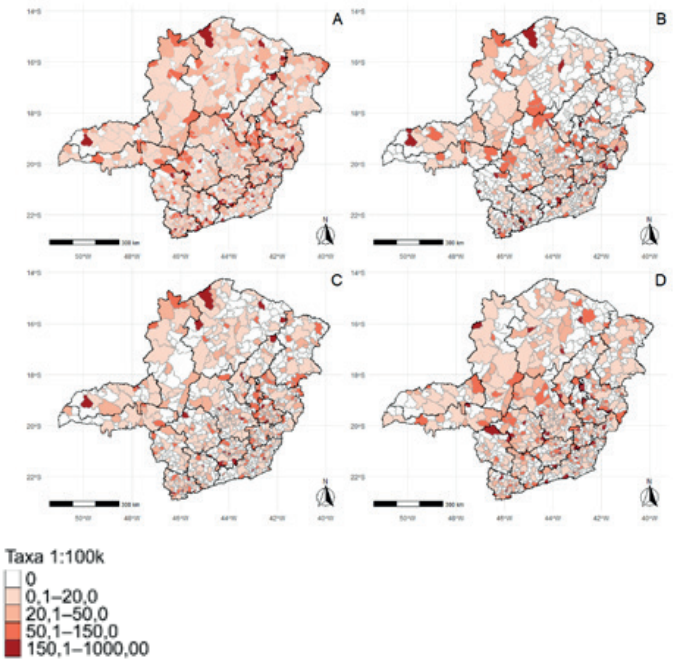
Fonte: Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM/DATASUS), Ministério da Saúde do Brasil. Análise elaborada pelos autores.
*Degrau se refere à mudança de nível e Rampa à mudança de tendência.
†Teste de Durbin-Watson, valor próximo ou igual a 2 significa ausência de autocorrelação serial

Entre as macrorregiões de saúde, a maioria apresentou comportamento semelhante, sem evidência de tendência temporal significativa no período pré-intervenção e sem mudanças detectáveis no nível ou na tendência após o ponto de interrupção. Algumas exceções foram identificadas, como na macrorregião Oeste onde foi observada tendência temporal decrescente no período pré-intervenção e detectado aumento progressivo da tendência após o ponto de interrupção, sem mudança imediata significativa no nível da série.

Na macrorregião Centro, não foi observada tendência significativa no período pré-intervenção nem alteração imediata no nível da série após a interrupção. Entretanto, foi identificado aumento progressivo da tendência no período pós-intervenção. Em todos os modelos ajustados, os valores da estatística de Durbin–Watson variaram aproximadamente entre 1,83 e 2,02, indicando ausência de autocorrelação residual relevante nos modelos estimados.

A distribuição espacial das taxas de mortalidade por diabetes mellitus nos municípios de Minas Gerais, considerando os quatro períodos de análise, evidenciou heterogeneidade espacial em todo o estado, com persistência de áreas classificadas nas faixas mais elevadas de mortalidade em diferentes regiões (figura1). Destacam-se os municípios de Bonito de Minas (Norte), Consolação (Extremo Sul), Guarinhatã (Triângulo do Norte) e Santana do Manhuaçu (Leste do Sul), os quais foram classificados na faixa mais elevada de taxa de mortalidade (150,1–1000,0 por 100.000 habitantes) em três dos quatro períodos analisados, indicando persistência de níveis elevados de mortalidade ao longo da série temporal nesses locais.

Figura 1. Taxa de óbitos por Diabetes Mellitus tipo 1 entre 2018-2023 (A), 2018-2019 (B), 2020-2021 (C) e 2022-2023 (D) por macrorregião de saúde, segundo município de residência, distribuição espacial por técnica de quantis. Minas Gerais, 2018–2023 (n = 3.633)



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A análise da autocorrelação espacial global, por meio do Índice de Moran, não indicou evidências de dependência espacial significativa das taxas de mortalidade entre os municípios de Minas Gerais em nenhum dos períodos analisados. No período pré-pandemia, o índice de Moran apresentou valor positivo, porém sem significância estatística (I = 0,010; p = 0,293). Durante a pandemia, o valor do índice foi próximo de zero e também não significativo (I = -0,001; p = 0,504). No período pós-pandemia, não foi detectada autocorrelação espacial global significativa (I = - 0,009; P = 0,655). Na análise que considerou todo o período, o índice de Moran também não apresentou significância estatística (I = 0,008; p = 0,320) (figura 1).

DISCUSSÃO

Os achados deste estudo sugerem que a mortalidade por DM1 em Minas Gerais reflete um cenário marcado por desigualdades sociodemográficas, envelhecimento populacional e heterogeneidade regional no acesso ao cuidado em saúde. A maior frequência de óbitos entre idosos, indivíduos com menor escolaridade e residentes de macrorregiões mais vulnerabilizadas sugere a influência dos determinantes sociais da saúde no manejo clínico e prognóstico da doença. A maior mortalidade observada entre mulheres pode estar parcialmente relacionada ao fenômeno da feminização do envelhecimento, caracterizado pela maior proporção feminina na população idosa13. Entretanto, diferenças entre os sexos não parecem ser explicadas apenas pela composição etária, uma vez que mulheres com DM1 podem apresentar maior vulnerabilidade a complicações metabólicas e cardiovasculares associadas a alterações hormonais, perfil glicêmico e lipídico desfavorável e maior risco cardiovascular[14]. Esses achados devem ser interpretados com cuidado já que podem reforçar que a mortalidade por DM1 em MG pode estar relacionada à interação entre fatores demográficos, clínicos e sociais, e o uso de dados secundários não permite inferir causalidade.

As desigualdades sociodemográficas observadas neste estudo parecem exercer papel relevante na mortalidade por DM1, especialmente em associação ao envelhecimento populacional. Embora a relação entre estado civil e mortalidade apresente resultados heterogêneos, estudos brasileiros demonstram maior frequência de óbitos (28,6%) entre indivíduos casados[15], achado que deve ser interpretado considerando a composição etária, já que indivíduos casados tendem a estar mais representados em faixas etárias avançadas, nas quais se concentram maiores taxas de mortalidade por doenças crônicas. Além disso, a menor escolaridade reforça a influência dos determinantes sociais no manejo do DM1, uma vez que os maiores níveis educacionais estão associados ao menor risco de morte, às melhores condições de autocuidado, à adesão terapêutica e ao acesso aos serviços de saúde[16]. De forma semelhante, indivíduos com menor escolaridade apresentam maior ocorrência de complicações relacionadas ao diabetes e maiores taxas de mortalidade, em relação ao grupo de maior nível de escolaridade[17], possivelmente refletindo desigualdades no acesso à informação, no monitoramento e no acompanhamento especializado.

Quanto à variável raça/cor da pele, no Brasil, entretanto, observa-se padrão semelhante de mortalidade entre indivíduos brancos e pardos[18]. Essa interpretação deve considerar limitações relacionadas à qualidade dos registros, uma vez que pesquisas evidenciam incremento da tendência temporal da incompletude das variáveis sociodemográficas no SIM, incluindo registros relacionados ao DM[19].

As complicações do DM1 incluem eventos agudos, como cetoacidose diabética e hipoglicemia grave, além de complicações crônicas microvasculares e cardiovasculares, frequentemente associadas à necessidade de hospitalização e maior risco de morte15,20. Corroborando esses achados, um estudo epidemiológico sobre hospitalizações por Diabetes Mellitus no Brasil entre 2013 e 2023 identificou que 94% das internações ocorreram em caráter emergencial, evidenciando o impacto das complicações agudas no curso clínico da doença[21]. Além disso, o envelhecimento populacional amplia esse desafio, visto que o avanço da idade está associado à maior presença de multimorbidades, fragilidade clínica e dificuldades no controle metabólico[22,23,24,25]. A coexistência de comorbidades e complicações crônicas aumenta a complexidade terapêutica e a vulnerabilidade a desfechos graves.

Embora o presente estudo tenha identificado aumento da mortalidade por DM1, estimativas do Global Burden of Diabetes Mellitus demonstram redução global entre 1990 e 2021, atribuída aos avanços no tratamento com insulina, monitoramento glicêmico e educação em saúde, contribuindo para prevenção e controle de complicações agudas26. Entretanto, diferenças relacionadas ao desenvolvimento socioeconômico, acesso aos serviços de saúde, nível educacional e segurança alimentar podem influenciar as tendências de mortalidade entre diferentes contextos[26], especialmente nas macrorregiões de MG, dada a heterogeneidade quando ao desenvolvimento socioeconômico e acesso aos serviços de saúde.

Entre as causas específicas, a cetoacidose diabética (E10.1) apresentou aumento relevante dos óbitos ao longo do período analisado, reforçando sua gravidade e a necessidade de reconhecimento e manejo precoce[27]. Além disso, a exposição crônica às alterações glicêmicas, associada a fatores de risco como hipertensão, dislipidemia, excesso de peso e tabagismo, contribui para o desenvolvimento de complicações macro e microvasculares (E10.7), aumentando o risco de desfechos graves e mortalidade[28].

A heterogeneidade espacial observada na mortalidade por DM1 em Minas Gerais é compatível com estudos nacionais que identificam diferenças regionais na mortalidade por diabetes, frequentemente relacionadas a desigualdades socioeconômicas, acesso aos serviços de saúde e capacidade de organização da rede assistencial[29]. A persistência de municípios

com maiores taxas de mortalidade ao longo dos períodos analisados sugere a existência de vulnerabilidades territoriais associadas às condições de vida e à continuidade do cuidado em saúde. Entretanto, a escassez de estudos recentes sobre mortalidade por DM1, segundo macrorregiões de saúde, limita comparações com outros cenários brasileiros, especialmente diante das mudanças na organização regional do SUS e dos impactos da pandemia de COVID-19.

O estudo apresenta limitações inerentes ao uso de dados secundários do SIM, incluindo possibilidade de sub-registros, erros de codificação e incompletude das declarações de óbito. A ausência de informações clínicas, como tempo de diagnóstico, controle glicêmico, insulinoterapia, comorbidades e histórico de complicações e acesso aos serviços de saúde, restringe análises mais abrangentes sobre fatores associados à mortalidade. Além disso, a possibilidade de classificação incorreta entre tipos de diabetes, especialmente em faixas etárias mais avançadas, pode influenciar os resultados. Por se tratar de estudo descritivo, não é possível estabelecer relações causais ou inferências individuais. Apesar dessas limitações, o uso de dados oficiais de abrangência estadual amplia o conhecimento sobre a mortalidade por DM1 em Minas Gerais sob perspectivas temporal e espacial.

Assim, a mortalidade por DM1 em MG apresentou aumento entre 2018 e 2023, com diferenças segundo características sociodemográficas e distribuição territorial dos óbitos. Observou-se predominância de mortes em ambiente hospitalar, presença relevante de complicações associadas ao DM1 e heterogeneidade espacial entre municípios e macrorregiões de saúde. Os achados reforçam a importância do fortalecimento das ações de cuidado e monitoramento, especialmente em territórios mais vulneráveis, além da necessidade de estudos que aprofundem a compreensão dos fatores clínicos, sociais e territoriais relacionados à mortalidade por DM1, subsidiando estratégias voltadas à redução de complicações e óbitos associados à doença.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos participantes da pesquisa pela colaboração e disponibilidade durante o desenvolvimento do estudo. Agradecem também aos colaboradores Clarice Lima Álvares da Silva, Kellem Regina Rosendo Vincha e Welerson Gregório Macieira que também contribuíram com etapas operacionais, organização de dados e suporte técnico.

REFERÊNCIAS

1. World Health Organization. Global status report on noncommunicable diseases 2010. Geneva: WHO; 2011.

2. Leslie RD, Evans-Molina C, Freund-Brown J, Buzzetti R, Dabelea D, Gillespie KM, et al. Adult-onset type 1 diabetes: current understanding and challenges. Diabetes Care. 2021; 44(11): 2449-56. doi:10.2337/dc21-0770.

3. Rodacki M, Teles M, Gabbay M, Montenegro R, Bertoluci M, Lamounier R. Classificação do diabetes. In: Sociedade Brasileira de Diabetes. Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes 2023. São Paulo: Clannad; 2022. doi:10.29327/557753.2022-1.

4. Gregory GA, Robinson TI, Linklater SE, Wang F, Colagiuri S, Beaufort C, et al. Global incidence, prevalence, and mortality of type 1 diabetes in 2021 with projection to 2040: a modelling study. Lancet Diabetes Endocrinol. 2022 Oct;10(10):741-60. doi: 10.1016/S2213-8587(22)00218-2.

5. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria conjunta nº 17, de 12 de novembro de 2019. Aprova o Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas do diabetes mellitus tipo 1. Brasília: Ministério da Saúde; 2019. Available from: https://www.gov.br/conitec/pt-br/midias/relatorios/portaria/2019/portaria_conjunta_saes-sctie_17_2019.pdf .

6. Jorge MH, Laurenti R, Gotlieb SL. Análise da qualidade das estatísticas vitais brasileiras: a experiência de implantação do SIM e do SINASC. Cien Saude Colet. 2007 Jun; 12(3): 643-54. doi: https://doi.org/10.1590/S1413-81232007000300014.

7. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2022: cidades e estados [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; 2022 [cited 2025 Apr 26]. Available from: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg.html .

8. Minas Gerais. Secretaria de Estado de Saúde. Deliberação CIB-SUS/MG nº 4.394, de 18 de outubro de 2023. Aprova a revisão 2023 do Plano Diretor de Regionalização (PDR/SUS-MG). Belo Horizonte: SES-MG; 2023. Available from:https://www.saude.mg.gov.br/wp-content/uploads/2026/06/Plano-Diretor-de-Regionalizacao-%E2%80%93-Revisao-2023.pdf .

9. Dugan J, Shubrook J. International classification of diseases, 10th revision, coding for diabetes. Clin Diabetes. 2017 Oct; 35(4): 232-8. doi: 10.2337/cd16-0052.

10. Brasil. Ministério da Saúde. Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; 2025 [cited 2025 Apr 26]. Available from: https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/.

11. Antunes JL, Cardoso MR. Using time series analysis in epidemiological studies. Epidemiol Serv Saude. 2015; 24(3): 565-76. doi: https://doi.org/10.5123/S1679-49742015000300024.

12. Silva TF, Peixoto HM, Freitas LR, Araújo EL, Ramalho WM. Tendências na incidência e letalidade da dengue: análise de séries temporais interrompida, Brasil, 2001-2022. Epidemiol Serv Saude. 2025; 34: e20240424. doi: https://doi.org/10.1590/S2237-96222025v34e20240424.pt.

13. Cepellos VM. Feminização do envelhecimento: um fenômeno multifacetado muito além dos números. Rev Adm Empres. 2021; 61(2): e20190861. doi: https://doi.org/10.1590/S0034-759020210208.

14. Dei Cas A, Aldigeri R, Mantovani A, Masulli M, Palmisano L, Cavalot F, et al. Sex differences in cardiovascular disease and risk estimation in type 1 diabetes. J Clin Endocrinol Metab. 2023 Aug; 108(9): e789-98. doi: 10.1210/clinem/dgad127.

15. Lima LO, Palmeira CS. Mortalidade por diabetes mellitus no estado da Bahia no período de 2012 a 2021. Rev Enferm Contemp. 2024;13:e5455. doi: https://doi.org/10.17267/2317-3378rec.2024.e5455.

16. Muzy J, Campos MR, Emmerick I, Silva RS, Schramm JMA. Prevalência de diabetes mellitus e suas complicações e lacunas na atenção à saúde. Cad Saude Publica. 2021; 37(5): e00076120. doi: https://doi.org/10.1590/0102-311X00076120.

17.Komura T, Kondo N, Bhatt K, Inoue K. Association between educational

status and mortality according to diabetes status among US adults. Mayo Clin Proc Innov Qual Outcomes. 2023 Jun; 7(4): 203-11. doi: 10.1016/j.mayocpiqo.2023.04.007.

18. Silva VB, Aragão VN, Santos JL, Almeida FEB, Souza FL, Bezerra AC, et al. Aspectos epidemiológicos do diabetes mellitus no Brasil entre 2019 e 2023. Braz J Implantol Health Sci. 2024 Jun; 6(6): 1067-76. doi: https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n6p1067-1076.

19. Souza IM, Araújo EM, Silva AM Filho. Tendência temporal da incompletude do registro da raça/cor nos sistemas de informação em saúde do Brasil, 2009-2018. Cien Saude Colet. 2024 Mar; 29(3): e05092023. doi: https://doi.org/10.1590/1413-81232024293.05092023.

20. Müller VM, Costa JB, Vasconcelos JS, Santos GC, Soares DA. Diabetes tipo 1 e suas principais complicações. Rev Eletr Acervo Saude. 2024; 24(1): e14646. doi:10.25248/reas.e14646.2024.

21. Vasconcellos RC, Araújo SB, Silva RO, Oliveira IA, Fontes APO, Santos DA. A decade of diabetes challenges: epidemiological profile of hospitalizations in Brazil (2013-2023). Braz J Health Rev. 2024; 7(9): e76054. doi: https://doi.org/10.34119/bjhrv7n9-424.

22. Dhaliwal R, Weinstock RS. Management of type 1 diabetes in older adults. Diabetes Spectr. 2014; 27(1):9-20. doi: 10.2337/diaspect.27.1.9.

23. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2022: número de pessoas com 65 anos ou mais cresceu 57,4% [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; 2023 [cited 2025 Jan 14]. Available from: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br

24. Organização Pan-Americana da Saúde. Análise situacional: panorama da resposta do sistema de saúde às necessidades das pessoas idosas. Washington, D.C.: OPAS; 2023.

25. Yang K, Yang X, Jin C, Ding S, Liu T, Ma B, et al. Global burden of type 1 diabetes in adults aged ≥65 years, 1990-2019. BMJ. 2024 Jun; 385: e078432. doi: 10.1136/bmj-2023-078432.

26. Pan C, Cao B, Fang H, Liu Y, Zhang S, Luo W, et al. Global burden of diabetes mellitus 1990-2021: epidemiological trends and disparities. Front Endocrinol. 2025; 16:1596127. doi: 10.3389/fendo.2025.1596127.

27. Elendu C, David JA, Udoyen AO, Egbunu EO, Ogbuiyi-Chima IC, Unakalamba LO, et al. Comprehensive review of diabetic ketoacidosis: an update. Ann Med Surg (Lond). 2023 May; 85(6): 2802-7. doi: 10.1097/MS9.0000000000000894.

28. Longendyke R, Grundman JB, Majidi S. Acute and chronic adverse outcomes of type 1 diabetes. Endocrinol Metab Clin North Am. 2024 Mar; 53(1): 123-33. doi: 10.1016/j.ecl.2023.09.004.

29. Garces TS, Sousa GJ, Cestari VR, Florêncio RS, Damasceno LL, Pereira ML, et al. Diabetes como fator associado ao óbito hospitalar por COVID-19 no Brasil. Epidemiol Serv Saude. 2022; 31(1): e2021869. doi: https://doi.org/10.1590/S1679-49742022000100021.

Como citar este artigo/ How to cite this article:
Bretas SSGB, Sousa DBP, Araújo AB, Siqueira PF, Ferreira DC, Alves WA. Perfil de crianças e adolescentes hospitalizados por meningite asséptica em Mato Grosso, 2014-2023. J Health Biol Sci. 2026; 14(1): e6523