








Vulnerabilidade social se associa com o diagnóstico autorreferido de diabetes tipo II: uma análise multinível

Social vulnerability associated with the self-reported diagnosis of type II diabetes: a multilevel analysis

Luís Antônio Batista Tonaco^I , Maria Alice Souza Vieira^I , Crizian Saar Gomes^I ,
Fabiana Lucena Rocha^{II} , Danielle Samara Tavares de Oliveira-Figueiredo^{III} ,
Deborah Carvalho Malta^I , Gustavo Velasquez-Melendez^I 

RESUMO: *Objetivo:* Analisar os fatores contextuais associados ao diabetes mellitus tipo II em Belo Horizonte (MG). *Métodos:* Estudo transversal com 5.779 adultos residentes em Belo Horizonte, participantes do Sistema de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico, nos anos de 2008, 2009 e 2010. Foram utilizados modelos de regressão multinível para testar a associação entre indicadores contextuais do ambiente físico e social e diagnóstico autorreferido de diabetes, ajustados por fatores individuais sociodemográficos e de estilo de vida. Utilizaram-se análises descritivas e modelos de regressão logística multinível, considerando um nível de significância de 5%. *Resultados:* A prevalência de diabetes foi de 6,2% (IC95% 5,54–6,92), e 3,1% da variabilidade da chance de diabetes nas áreas de abrangência estudadas foi explicada por características contextuais. Residir em áreas com alta densidade de locais privados para prática de atividade física e com alta renda associou-se a menor chance de ter diabetes. As áreas com alto índice de vulnerabilidade social foram fortemente associadas ao diabetes, independentemente de características individuais. *Conclusão:* A ocorrência de diabetes está associada com as características do ambiente físico e social. Centros urbanos com oportunidades para adoção de comportamentos saudáveis podem ajudar a reduzir a ocorrência de diabetes e as suas complicações.

Palavras-chave: Diabetes mellitus. Vulnerabilidade social. Análise multinível. Doença crônica.

^IUniversidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte (MG), Brasil.

^{II}Universidade Federal de Campina Grande – Cajazeiras (PB), Brasil.

^{III}Universidade Federal de Campina Grande – Cuité (PB), Brasil.

Autor correspondente: Gustavo Velasquez-Melendez. Escola de Enfermagem, Universidade Federal de Minas Gerais. Avenida Alfredo Balena, 190, Santa Efigênia, CEP: 30130-100, Belo Horizonte, MG, Brasil. E-mail: jguveme@gmail.com

Conflito de interesses: nada a declarar – **Fonte de financiamento:** Fundo Nacional de Saúde, Ministério da Saúde (TED 148/2018), e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG, PPM0071316).

ABSTRACT: *Objective:* To analyze the contextual factors associated with type II diabetes mellitus in Belo Horizonte City. *Methods:* Cross-sectional study with 5,779 adults living in Belo Horizonte City, participating in the Risk and Protection Factors Surveillance System for Chronic Diseases through Telephone Survey (Vigitel), in 2008, 2009, and 2010. Multilevel regression models were used to test the association between contextual indicators of physical and social environments, and self-reported diagnosis of diabetes, adjusted for individual sociodemographic and lifestyle factors. Descriptive analyzes and multilevel logistic regression models were used, considering a 5% significance level. *Results:* The prevalence of diabetes was 6.2% (95%CI 5.54 – 6.92), and 3.1% of the variability of chance of presenting diabetes were explained by contextual characteristics. Living in areas with high density of private places for physical activity and high income was associated with a lower chance of having diabetes. The areas with high level of social vulnerability were strongly associated with the chance of presenting diabetes, adjusted for individual characteristics. *Conclusion:* Characteristics of physical and social environments were associated with the chance of diabetes occurrence. Urban centers with opportunities to adopt healthy behaviors can help to reduce the occurrence of diabetes and its complications.

Keywords: Diabetes mellitus. Social vulnerability. Multilevel analysis. Chronic disease.

INTRODUÇÃO

O diabetes *mellitus* (DM) é uma doença crônica não transmissível (DCNT) considerada prioritária para intervenção pela Organização Mundial da Saúde e pelo Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das DCNT, 2011–2022¹. O DM gera aumento dos anos de vida perdidos por morte prematura, ajustados por incapacidade, e redução da qualidade de vida, sendo um importante problema de saúde².

A prevalência de diabetes *mellitus* tipo II (DM II) aumentou 62% na última década. Em 2019, quase meio bilhão de pessoas (9,3% dos adultos entre 20 e 79 anos) viviam com diabetes em todo o mundo, mas metade dessas pessoas não sabem que têm a doença³. A projeção para 2040 é uma prevalência de 10,4%, o que representa 9 bilhões de pessoas no mundo⁴.

No Brasil, em 2008, o DM II representou quase 5% da carga de doenças, com taxa de anos de vida perdidos ajustados por incapacidade de 9,2 por mil habitantes⁵. Segundo inquérito telefônico nas capitais brasileiras, a prevalência de DM passou de 5,5% em 2006 para 7,4% em 2019, e, em 2019, a prevalência entre as mulheres foi mais elevada (7,8%) em relação aos homens (7,1%) e foi maior em pessoas com 65 anos ou mais de idade (23,0%)⁶.

O entendimento dos fatores associados ao desenvolvimento do DM II é importante para direcionar políticas de intervenção^{7,8}. Diversos estudos mostraram que características socio-demográficas, clínicas e de comportamentos não saudáveis são consideradas fatores de risco para esse desfecho^{9,10}. Porém, os fatores de risco em âmbito individual são insuficientes para compreender as diferenças nas prevalências e incidências de DM II entre as populações¹¹.

Pesquisas recentes sugerem componentes adicionais associados ao DM II, entre eles, as características físicas e contextuais de onde indivíduos residem¹². Características como nível de

pobreza¹³, menor oferta de áreas verdes^{14,15} e maior oferta de *fast-foods* têm sido associadas a maior prevalência de diabetes¹⁶, enquanto ambientes residenciais com mais recursos para prática de atividade física foram associados a menor incidência de DM II¹⁷. Também foi observada menor prevalência de diabetes em agrupamentos geográficos onde havia maior renda e escolaridade¹⁸.

Abordagens ecológicas para estudar fatores associados ao diabetes apresentam como vantagem o fato de que as análises em nível da comunidade podem melhor descrever o contexto econômico e social em que os indivíduos vivem e experimentam situações relacionadas à saúde¹⁹. Além disso, esses estudos são capazes de mensurar a importância relativa de cada fator identificando os efeitos residuais de fatores contextuais²⁰.

Destaca-se que os estudos ainda são escassos, principalmente em países em desenvolvimento, tornando-se crítico explorar o tema com maior profundidade em localidades que apresentam diferenças no processo histórico de formação dos centros urbanos e recentes mudanças nos ambientes físicos e sociais, como o Brasil. Nesse sentido, este estudo avança examinando as relações entre diferentes características do ambiente construído e social, utilizando informações georreferenciadas e dados de um sistema de monitoramento dos fatores de risco e proteção para DCNT com amostra representativa. O objetivo do presente estudo foi analisar os fatores contextuais associados ao DM II em Belo Horizonte (MG).

MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal, com dados de adultos residentes em Belo Horizonte, capital de Minas Gerais – Brasil, entrevistados pelo Sistema de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (Vigitel), nos anos de 2008, 2009 e 2010. A metodologia completa e específica desse sistema está disponível em publicações anteriores²¹.

Em 2008, 2009 e 2010, foram realizadas pelo Vigitel 6.034 entrevistas na cidade de Belo Horizonte. Desse total, foram excluídas 47 mulheres (43 que estavam grávidas no momento da entrevista e 4 que não sabiam se estavam grávidas) e os indivíduos que não apresentaram dados de Código de Endereçamento Postal (CEP) (175 apresentaram o CEP em branco, 1 apresentou CEP de outro município, e 32 não tiveram os CEPs localizados). Dessa forma, a amostra final foi composta de 5.779 indivíduos.

A variável dependente foi o diagnóstico autorreferido de DM II. Foram considerados diabéticos os indivíduos que responderam positivamente à seguinte questão: “algum médico já lhe disse que você tem diabetes?”. Os dados do sistema de informação geográfica foram utilizados para posicionar geograficamente os CEPs dos participantes da pesquisa e, assim, localizar a área de abrangência da unidade básica de saúde (AAUBS) à qual o indivíduo pertencia. A AAUBS, assumida neste estudo como unidade contextual, é considerada uma divisão geográfica delimitada por políticas do Sistema Único de Saúde.

Para avaliar as características do contexto da AAUBS, foi desenvolvida uma base com informações do ambiente físico e social dessas áreas. Essa base foi geocodificada a partir dos endereços completos dos locais, disponibilizados por diversas fontes comerciais e governamentais e lincadas à base de dados do Vigitel.

No que diz respeito às variáveis independentes, estas foram relacionadas tanto ao indivíduo quanto aos ambientes físico e social das AAUBS.

As variáveis individuais foram:

- Faixa etária, idade em anos categorizada em: 18–24; 25–34; 35–44; 45–54; 55–64; 65 ou mais;
- Sexo, categorizada em: masculino e feminino;
- Escolaridade, categorizada em: anos de estudo (0–8 anos; 9–11 anos; 12 ou mais);
- Estado civil: com companheiro e sem companheiro (solteiro, viúvo, separado e divorciado);
- Raça/cor, categorizada em: branca, preta, parda/morena e outras (amarela/vermelha);
- Percepção de saúde ruim: sim/não;
- Atividade física no lazer (prática de pelo menos 150 minutos/semana de atividade física de intensidade moderada ou pelo menos 75 minutos/semana de atividade física de intensidade vigorosa), categorizada em: sim e não;
- Hábito de fumar – hábito de fumar, independentemente do número de cigarros, da frequência e do tempo de duração –, categorizada em: sim e não;
- Consumo abusivo de álcool – consumo de cinco ou mais doses (homem) ou quatro ou mais doses (mulher) de bebidas alcoólicas em uma única ocasião, pelo menos uma vez nos últimos 30 dias –, categorizada em: sim e não;
- Consumo de frutas, legumes e verduras – consumo de frutas, legumes e verduras cinco ou mais vezes por dia em cinco ou mais dias da semana, categorizada em: sim e não;
- Consumo de refrigerante com açúcar – consumo de refrigerante com açúcar em cinco ou mais dias da semana, categorizada em: sim e não;
- Índice de Massa Corpórea (IMC) – peso em quilogramas dividido pelo quadrado da altura em metros –, apresentado de forma contínua.

As variáveis ambientais foram:

- Densidade populacional: população da área de abrangência/área (km²) da AAUBS;
- Densidade de locais públicos para prática de atividade física: número de parques, praças e pistas públicas, academias da cidade na área de abrangência/área (km²) da AAUBS;
- Densidade de locais privados para prática de atividade física: número de estabelecimentos de ensino de esporte, dança, academias e clubes sociais esportivos na área de abrangência/área (km²) da AAUBS;
- Taxa de homicídio: (número de homicídios na área de abrangência/população da AAUBS) × 10.000;
- Densidade residencial: número de domicílios da área de abrangência/área (km²) de abrangência;
- Renda média familiar da AAUBS: renda total das pessoas com 10 anos ou mais da AAUBS dividida por 10.000;
- Densidade de estabelecimentos com venda predominante de alimentos saudáveis;
- Número de açougues, peixarias, hortifrúteis, laticínios e frios e abastecimento na área de abrangência/área (km²) da AAUBS;
- Densidade de estabelecimentos com venda predominante de alimentos não saudáveis: número de estabelecimentos que comercializam doces, balas, bombons e similares, lanchonetes, bares, ambulantes, lojas de departamento e minimercados na área de abrangência/área (km²) da AAUBS;

- Densidade de estabelecimentos com venda de alimentos mistos: número de hipermercados, supermercados, restaurantes e padarias na área de abrangência/área (km²) da AAUBS;
- Índice de vulnerabilidade à saúde da AAUBS.

Para análise dos dados, utilizou-se a regressão logística multinível, considerando o indivíduo unidade do nível 1 e a área de abrangência unidade do nível 2. A modelagem foi realizada em três etapas: a primeira incluiu somente o intercepto aleatório, a fim de detectar a existência de efeito contextual; a segunda incluiu as variáveis individuais; a terceira incluiu as variáveis do nível contextual. A entrada das variáveis individuais e ambientais no modelo multinível foi organizada considerando-se o valor $p < 0,20$ nas análises bivariadas.

O coeficiente de partição da variância (CPV) foi quantificado para examinar a proporção da variância total atribuída ao nível contextual. A porcentagem de redução da variância foi calculada entre o modelo nulo e cada modelo subsequente, para avaliar a proporção da variância explicada pelas variáveis incluídas no modelo. O ajuste dos modelos foi avaliado por meio do Critério de Informação de Akaike (AIC, do inglês *Akaike Information Criterion*), sendo o melhor modelo aquele com menor AIC^{22,23}.

Todas as análises foram realizadas utilizando o pacote estatístico Stata 14.0, e foram consideradas as ponderações atribuídas a cada indivíduo: inverso do número de linhas telefônicas no domicílio do entrevistado e número de adultos no domicílio do entrevistado²¹. Para as análises do modelo final, foi considerado o nível de significância de 5%.

O projeto de implantação do Vigitel foi aprovado pelo Comitê de Ética do Ministério da Saúde. O presente estudo foi desenvolvido tendo como referência a Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde e está integrado a um projeto intitulado “Desigualdades em pequenas áreas geográficas dos indicadores de DCNT, violências e seus fatores de risco”, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais.

RESULTADOS

Dos 5.779 indivíduos estudados, 53,9% eram do sexo feminino, 40,5% apresentavam de 0 a 8 anos de estudo, 54,1% eram da cor parda/morena, e 53,9% viviam sem companheiro. A média de idade dos participantes foi de 42,2 anos (DP = 16,32) (Tabela 1).

A prevalência de diabetes foi de 6,2% (IC95% 5,54–6,92). Verificou-se que, entre as variáveis individuais, aumento da idade, presença de companheiro, aumento do IMC e autopercepção de saúde ruim associaram-se a maior chance de ocorrência do diabetes. Por outro lado, maiores níveis de escolaridade, hábito de fumar, consumo abusivo de álcool e consumo de refrigerante estiveram associados a menor chance de ter DM II (Tabela 2). Em relação às variáveis ambientais, viver em áreas com alta renda familiar e alta densidade de locais privados para prática de atividade física se associou a menor chance de ocorrência do diabetes (Tabela 2).

A Tabela 3 apresenta os modelos logísticos multiníveis para o diabetes. A variância do modelo nulo ($\sigma^2_{u0} = 0,10$; $p < 0,05$) indica que há variabilidade significativa da ocorrência

do diabetes entre as AAUBS. O CPV do modelo nulo foi de 0,031 (IC95% 0,012–0,074), ou seja, 3,1% da variância total entre as AAUBS.

Ao incluir as variáveis individuais (Tabela 3) (modelo 2), observou-se que o aumento da idade, autopercepção de saúde ruim e aumento do IMC associaram-se significativamente a maior chance de ter diabetes. Em contrapartida, ter maior escolaridade e consumir refrigerante foram associados significativamente a menor chance de diabetes (Tabela 3) (modelo 2).

Por meio da inclusão de variáveis contextuais, foram gerados três diferentes modelos multivariados (Tabela 3) (modelo 3 a 5), uma vez que as variáveis contextuais são altamente correlacionadas. Observou-se que, após ajustar pelas características individuais, residir em

Tabela 1. Características dos participantes do estudo. Belo Horizonte, MG. 2008–2010.

Características	% (IC95%)
Sexo	
Masculino	46,1 (44,5 – 47,6)
Feminino	53,9 (52,4 – 55,4)
Faixa etária (anos)*	
18–24	14,6 (13,5 – 15,7)
25–34	24,6 (23,2 – 26,1)
35–44	20,0 (18,8 – 21,2)
45–54	17,4 (16,3 – 18,6)
55–64	11,9 (11,0 – 12,8)
> 65	11,5 (10,7 – 12,4)
Escolaridade (anos de estudo)*	
0 a 8	40,5 (39,0 – 42,1)
9 a 11	35,2 (33,8 – 36,6)
12 ou mais	24,3 (23,1 – 25,5)
Estado civil	
Com companheiro	46,1 (44,5 – 47,6)
Sem companheiro	53,9 (52,3 – 55,4)
Raça/cor	
Branca	37,6 (36,2 – 39,1)
Preta	7,9 (7,0 – 8,8)
Morena/parda	54,1 (52,5 – 55,6)
Outras (vermelha/amarela)	0,4 (0,2 – 0,6)

IC95%: intervalo de 95% de confiança; *média e desvio padrão.

Tabela 2. Análise não ajustada dos potenciais fatores associados à presença de diabetes. Belo Horizonte, MG. 2008–2010.

Variáveis	OR (IC95%)
Individuais	
Idade (anos)	1,06 (1,05 – 1,07)
Sexo (Ref. masculino)	1,08 (0,89 – 1,32)
Escolaridade (Ref. 0 a 8 anos de estudo)	
9 a 11 anos	0,41 (0,32 – 0,54)
12 ou mais anos	0,26 (0,18 – 0,38)
Cor (Ref. Branca)	
Negra	1,16 (0,76 – 1,78)
Morena e parda	1,23 (0,93 – 1,63)
Outros (amarela e vermelha)	2,29 (0,45 – 11,54)
Estado civil (Ref. sem companheiro)	1,70 (1,34 – 2,16)
Atividade física no lazer (Ref. não)	0,89 (0,64 – 1,24)
Fumante (Ref. não)	0,62 (0,40 – 0,96)
Consumo abusivo de álcool (Ref. não)	0,47 (0,32 – 0,70)
IMC (kg/m ²)	1,09 (1,07 – 1,12)
Autopercepção de saúde ruim (Ref. não)	4,56 (3,27 – 6,35)
Consumo de refrigerante (Ref. não)	0,33 (0,21 – 0,51)
Consumo regular de frutas e hortaliças	1,29 (0,99 – 1,68)
Ambientais	
Ambiente social	
Taxa de homicídio (por 10.000 habitantes)	1,03 (0,99 – 1,06)
Renda familiar (R\$)	0,99 (0,99 – 0,99)
Índice de Vulnerabilidade da Saúde	3,60 (0,92 – 13,99)
Ambiente físico	
Densidade de locais privados para prática de AF (número/km ²)	0,98 (0,96 – 0,99)
Densidade de locais públicos para prática de AF (número/km ²)	0,99 (0,81 – 1,21)
Densidade de estabelecimentos de venda de alimentos saudáveis (número/km ²)	1,00 (0,99 – 1,01)
Densidade de estabelecimentos de venda de alimentos não saudáveis (número/km ²)	0,99 (0,99 – 1,00)
Densidade de estabelecimentos de venda de alimentos mistos (número/km ²)	0,99 (0,99 – 1,00)
Densidade populacional (habitantes/km ²)	0,99 (0,99 – 1,00)
Densidade residencial (domicílios/km ²)	0,99 (0,99 – 1,00)

OR: *odds ratio*; IC95%: intervalo de confiança; Ref.: referência; IMC: Índice de Massa Corpórea; AF: atividade física.

Tabela 3. Modelos de regressão logística multinível para presença de diabetes. Belo Horizonte, MG, 2008–2010.

Variáveis	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
Efeito fixo					
Intercepto (β ; IC95%)	-2,74 (-2,87 – 2,62)	-7,13 (-7,84 – -6,41)	-7,11 (-7,83 – -6,39)	-7,09 (-7,80 – -6,37)	-7,80 (-8,74 – -6,86)
Individuais					
Idade (anos)		1,05 (1,05 – 1,06)	1,05 (1,05 – 1,06)	1,06 (1,05 – 1,06)	1,06 (1,05 – 1,06)
Escolaridade (Ref. 0 a 8 anos de estudo)					
9 a 11 anos de estudo		0,92 (0,70 – 1,20)	0,96 (0,74 – 1,26)	0,99 (0,76 – 1,29)	1,00 (0,78 – 1,30)
12 ou mais anos de estudo		0,55 (0,38 – 0,82)	0,61 (0,42 – 0,89)	0,66 (0,46 – 0,96)	0,66 (0,43 – 1,01)
Percepção de saúde ruim		2,87 (2,03 – 4,06)	2,86 (2,02 – 4,06)	2,89 (2,04 – 4,09)	2,71 (1,90 – 3,88)
Consumo de refrigerante		0,51 (0,32 – 0,82)	0,51 (0,32 – 0,82)	0,52 (0,32 – 0,82)	0,51 (0,32 – 0,82)
IMC		1,08 (1,06 – 1,10)	1,08 (1,06 – 1,10)	1,08 (1,05 – 1,10)	1,08 (1,06 – 1,10)
Ambientais					
Densidade de locais privados para prática de AF (número/km ²)			0,97 (0,94 – 0,99)		
Renda familiar (R\$)				0,99 (0,99 – 0,99)	
Índice de Vulnerabilidade da Saúde					7,98 (1,29 – 49,42)
Efeito aleatório (σ^2u0) Área de abrangência					
Variância (IC95%) – intercepto	0,10 (0,040–0,263)				
Coefficiente de partição da variância (IC95%)	0,031 (0,012–0,074)	0,036 (0,015–0,086)	0,030 (0,011–0,086)	0,021 (0,005–0,089)	0,024 (0,007–0,081)
AIC	2.667,79	2.262,45	2.261,07	2.255,99	2.253,25

β : coeficiente beta; IC95%: intervalo de confiança de 95%; Ref.: referência; IMC: Índice de Massa Corpórea; AF: atividade física; AIC: critério de informação de Akaike; Modelo 1: modelo nulo; Modelo 2: modelo com as variáveis individuais; Modelos 3 a 6: modelos com as variáveis individuais e ambientais.

AAUBS com alta densidade de locais privados para prática de atividade física e com alta renda foi associado significativamente a menor chance de diabetes. Por outro lado, indivíduos que vivem em AAUBS com alto IVS foram associados a maior chance de diabetes.

Com a introdução das variáveis contextuais, observa-se redução do CPV, sugerindo que essas contribuem para explicar a variabilidade entre as AAUBS. A Tabela 3 também apresenta os resultados de AIC, mostrando redução dos valores ao adicionar as variáveis individuais e contextuais, o que significa que a inclusão das variáveis melhora o ajuste do modelo.

DISCUSSÃO

O estudo utiliza modelos de regressão multinível para identificar características do ambiente físico e social e variáveis individuais associadas ao DM II em Belo Horizonte. As variáveis individuais que se mostraram associadas a DM II foram: idade, escolaridade, presença de companheiro, excesso de peso e percepção de saúde ruim. Adicionalmente, foi mostrada uma relação inversa entre consumo de refrigerante, hábito de fumar e consumo abusivo de álcool e DM II que, neste caso, pode ser explicada pela ausência de temporalidade entre a exposição e o desfecho decorrente do desenho transversal. Pacientes diabéticos são encorajados a reduzir seu consumo de bebidas açucaradas, assim como adotar comportamentos saudáveis, tais como evitar consumo de tabaco e álcool. Esses resultados são consistentes com a literatura nacional e a internacional^{6,24-37}. Dessa forma, evidencia-se a importância da idade, da baixa escolaridade, do estado civil e da percepção de saúde ruim e alto IMC no desenvolvimento do DM II.

O presente estudo identificou que existem diferenças nas chances de DM II entre as AAUBS estudadas. Essas diferenças podem ser explicadas, em parte, por características do ambiente físico e social. Entre as variáveis contextuais, o número de locais privados para prática de atividade física e elevada renda familiar associaram-se a menor chance do diabetes. Áreas de maior vulnerabilidade social foram fortemente associadas a maior chance de DM II. Dessa forma, as características do ambiente podem ter impacto potencial na ocorrência da doença, independentemente dos atributos individuais. Verificou-se que viver em áreas com alta densidade de locais privados para prática de atividade física diminui a chance de ter diabetes. Estudos prévios verificaram que quanto maior a disponibilidade de recursos para atividade física, maior é a prática dessa atividade²⁴⁻²⁶. A prática de atividade física pode auxiliar na prevenção de doenças crônicas, a exemplo do diabetes, por meio da estabilização do metabolismo glicêmico, do controle de peso e de menor resistência insulínica²⁷. Assim, a existência de locais para prática de atividade física próximos ao domicílio pode facilitar a prática dessas atividades.

Associações entre ocorrência do diabetes e áreas geográficas com poucas oportunidades para a prática de atividade física têm sido relatadas em outros estudos^{14,28}. O achado dessa associação apenas com os locais privados para prática de atividade física pode estar relacionado ao fato de esses locais oferecerem mais segurança e melhores estruturas quando comparados com os locais públicos, que são, em grande maioria, ao ar livre. No Brasil, a insegurança e a criminalidade são crescentes em virtude da rápida urbanização, e observa-se que quanto

maior a violência ou a insegurança, menores são as opções de lugares e menor é a prática de atividade física^{24,29,30}. Portanto, locais inseguros estão associados à privação socioeconômica.

Outro resultado importante deste estudo foi que o contexto social aferido por meio do IVS e pela renda familiar associou-se à ocorrência de DM II. Dessa forma, viver em áreas com maior vulnerabilidade social e baixa renda pode potencialmente aumentar a chance de DM II. Uma explicação desses resultados refere-se ao efeito da privação socioeconômica nos estilos de vida. Estudos evidenciam que, especialmente em países de baixa e média renda, e em menor proporção nos países desenvolvidos, os bairros com menor vulnerabilidade social apresentam maior densidade de locais de venda de alimentos saudáveis, e esses locais possuem maior variedade e qualidade desses alimentos^{31,32}. Por outro lado, bairros mais vulneráveis socioeconomicamente possuem menor quantidade de locais para aquisição de alimentos saudáveis e menor variedade³¹. Além disso, padrões alimentares mais saudáveis estão associados a posições socioeconômicas mais altas e comportamentos mais saudáveis³³. Variáveis socioeconômicas apresentaram maior magnitude, destacando a importância dos fatores contextuais e dos determinantes sociais na predição das DCNT³⁴. De forma semelhante, estudos mostraram que áreas com maior privação socioeconômica possuem menos opções de lugares e prática de atividade física^{24,29,30}.

Este estudo possui algumas limitações que precisam ser ressaltadas. A primeira delas é a impossibilidade de estabelecimento de relações de causa e efeito. O diagnóstico de diabetes autorreferido pode superestimar ou subestimar a prevalência do desfecho. Por outro lado, medidas diretas, obtidas por exames laboratoriais, são difíceis de serem realizadas em grandes populações, além de serem onerosas. Além disso, estudo de validade e reprodutibilidade dos dados foi realizado comparando medidas obtidas pelo autorrelato com medidas aferidas indicando bons resultados e confiabilidade nos dados³⁸. Outra limitação está relacionada ao fato de os dados contextuais serem oriundos de fontes comerciais e governamentais, podendo estar sujeitos a imprecisões. Porém, os resultados são consistentes com a maior parte da literatura, demonstrando a validade interna dos resultados encontrados.

Destacam-se como pontos fortes do estudo o fato de ser pioneiro no Brasil com essa temática e de utilizar a metodologia analítica multinível. A análise multinível incorpora características objetivas do ambiente (físico e social) na análise e, com isso, verifica a importância de cada uma delas para o diabetes. Além disso, destaca-se a utilização de informações provenientes de um grande centro urbano brasileiro, a partir de uma base de dados oriunda de um importante sistema nacional de monitoramento dos fatores de risco e proteção para DCNT. Dessa forma, este estudo pode promover uma ampliação da discussão sobre aspectos de promoção e prevenção em saúde de uma perspectiva mais integral.

Este estudo evidenciou que a maior chance de ocorrência de DM II foi associada com as características do ambiente físico e social das AAUBS, tais como: menor densidade de locais privados para a prática de atividade física, menor renda familiar e maior índice de vulnerabilidade social, independentemente de características individuais. Assim, as estratégias de saúde para reduzir DM II podem se beneficiar, sendo mais eficazes se considerarem tanto o contexto em que o indivíduo está inserido como as características individuais. Centros urbanos mais bem organizados e com oportunidades amplas para adoção de comportamentos saudáveis podem ajudar a reduzir as iniquidades sociais e a progressão e as complicações de doenças crônicas preveníveis, como a DM II, nas comunidades urbanas.

REFERÊNCIAS

1. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde. Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) no Brasil 2011-2022. Brasília: Ministério da Saúde; 2011.
2. World Health Organization. Global Report on Diabetes [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2016 [accessed on July 8, 2018]. v. 978. Available at: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565257>
3. Saeedi P, Petersohn I, Salpea P, Malanda B, Karuranga S, Unwin N, et al. Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: Results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas. 9. ed. *Diabetes Res Clin Pract* 2019; 157: 107843. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2019.107843>
4. Ogurtsova K, Fernandes JDR, Huang Y, Linnenkamp U, Guariguata L, Cho NH, et al. IDF Diabetes Atlas: Global estimates for the prevalence of diabetes for 2015 and 2040. *Diabetes Res Clin Pract* [Internet]. 2017 [accessed on July 8, 2018]; 128: 40-50. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2017.03.024>
5. Costa AF, Flor LS, Campos MR, Oliveira AF, Costa MFS, Silva RS, et al. Carga do diabetes mellitus tipo 2 no Brasil. *Cad Saúde Pública* [Internet]. 2017 [accessed on October 10, 2018]; 33(2): 1-14. Available at: <https://doi.org/10.1590/0102-311x00197915>
6. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise em Saúde e Vigilância de Doenças não Transmissíveis. *Vigitel Brasil 2018: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2018*. Brasília: Ministério da Saúde; 2019.
7. Cichosz SL, Johansen MD, Hejlesen O. Toward big data analytics: Review of predictive models in management of diabetes and its complications. *J Diabetes Sci Technol* 2015; 10(1): 27-34. <https://doi.org/10.1177/1932296815611680>
8. Lagani V, Koumakis L, Chiarugi F, Lakasing E, Tsamardinos I. A systematic review of predictive risk models for diabetes complications based on large scale clinical studies. *J Diabetes Complications* 2013; 27(4): 407-13. <https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2012.11.003>
9. Leong A, Daya N, Porneala B, Devlin JJ, Shiffman D, McPhaul MJ, et al. Prediction of type 2 diabetes by Hemoglobin A1C in two communitybased cohorts. *Diabetes Care* 2018; 41(1): 60-8. <https://doi.org/10.2337/dc17-0607>
10. Gray LJ, Davies MJ, Hiles S, Taub NA, Webb DR, Srinivasan BT, et al. Detection of impaired glucose regulation and/or type 2 diabetes mellitus, using primary care electronic data, in a multiethnic UK community setting. *Diabetologia* 2012; 55(4): 959-66. <https://doi.org/10.1007/s00125-011-2432-x>
11. Bravo MA, Anthopoulos R, Kimbro RT, Miranda ML. Residential Racial Isolation and Spatial Patterning of Type 2 Diabetes Mellitus in Durham, North Carolina. *Am J Epidemiol* 2018; 187(7): 1467-76. <https://doi.org/10.1093/aje/kwy026>
12. Auchincloss AH, Mujahid MS, Shen M, Michos ED, Whitt-Glover MC, Diez Roux AV. Neighborhood health-promoting resources and obesity risk (the multi-ethnic study of atherosclerosis). *Obesity* 2013; 21(3): 621-8. <https://doi.org/10.1002/oby.20255>
13. Hipp JA, Chalise N. Spatial Analysis and Correlates of County-Level Diabetes Prevalence, 2009–2010. *Prev Chronic Dis* 2015; 12: 140404. <https://doi.org/10.5888/pcd12.140404>
14. Astell-Burt T, Feng X, Kolt G. Is neighborhood green space associated with a lower risk of Type 2 diabetes? Australians. *Diabetes Care* [Internet]. 2014 [accessed on December 7, 2019]; 37(1): 197-201. Available at: <https://doi.org/10.2337/dc13-1325>
15. den Braver NR, Lakerveld J, Rutters F, Schoonmade LJ, Brug J, Beulens JWJ. Built environmental characteristics and diabetes: a systematic review and meta-analysis. *BMC Med* 2018; 16(1): 12. <https://doi.org/10.1186/s12916-017-0997-z>
16. Haynes-Maslow L, Leone LA. Examining the relationship between the food environment and adult diabetes prevalence by county economic and racial composition: an ecological study. *BMC Public Health* 2017; 17: 648. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4658-0>
17. Christine PJ, Auchincloss AH, Bertoni AG, Carnethon MR, Sánchez BN, Moore K, et al. Longitudinal Associations Between Neighborhood Physical and Social Environments and Incident Type 2 Diabetes Mellitus: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). *JAMA Intern Med* 2015; 175(8): 1311-20. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2015.2691>
18. Faka A, Chalkias C, Montano D, Georgousopoulou EN, Tripitsidis A, Koloverou E, et al. Association of Socio-Environmental Determinants with Diabetes Prevalence in the Athens Metropolitan Area, Greece: A Spatial Analysis. *Rev Diabet Stud* [Internet]. 2017 [accessed on December 9, 2019]; 14(4): 381-9. Available at: <https://doi.org/10.1900/RDS.2017.14.381>

19. Adekanmbi VT, Uthman OA, Erqou S, Echouffo-Tcheugui JB, Harhay MN, Harhay MO. Epidemiology of prediabetes and diabetes in Namibia, Africa: A multilevel analysis. *J Diabetes* 2019; 11(2): 161-72. <https://doi.org/10.1111/1753-0407.12829>
20. Baker J, White N, Mengersen K. Spatial modelling of type II diabetes outcomes: a systematic review of approaches used. *R Soc Open Sci* 2015; 2(6): 140460. <https://doi.org/10.1098/rsos.140460>
21. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Secretaria de Gestão Estratégica e Participativa. *Vigilante Brasil 2010: Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico*. Brasília: Ministério da Saúde; 2011.
22. Merlo J, Chaix B, Ohlsson H, Beckman A, Johnell K, Hjerpe P, et al. A Brief Conceptual Tutorial of Multilevel Analysis in Social Epidemiology: using measures of clustering in multilevel logistic regression to investigate contextual phenomena. *J Epidemiol Community Health* 2006; 60(4): 290-7. <https://doi.org/10.1136/jech.2004.029454>
23. Larsen K, Merlo J. Appropriate Assessment of Neighborhood Effects on Individual Health: Integrating Random and Fixed Effects in Multilevel Logistic Regression. *Am J Epidemiol* 2005; 161(1): 81-8. <https://doi.org/10.1093/aje/kwi017>
24. Gomes CS, Matozinhos FP, Mendes LL, Pessoa MC, Velasquez-Melendez G. Physical and social environment are associated to leisure time physical activity in adults of a Brazilian city: a cross-sectional study. *Plos One* 2016; 11(2): e0150017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150017>
25. Hsueh MC, Lin CY, Huang PH, Park JH, Liao Y. Cross-Sectional Associations of environmental Perception with Leisure Time Physical Activity and Screen Time among Older Adults. *J Clin Med* 2018; 7(3): 56. <https://doi.org/10.3390/jcm7030056>
26. O'Donoghue G, Perchoux C, Mensah K, Lakerveld J, van der Ploeg H, Bernaards C, et al. A systematic review of correlates of sedentary behaviour in adults aged 18-65 years: a socio-ecological approach. *BMC Public Health* 2016; 16(1): 163. <https://doi.org/10.1186/s12889-016-2841-3>
27. Guthold R, Stevens GA, Riley LM, Bull FC. Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1.9 million participants. *Lancet Glob Health* 2018; 6(10): e1077-86. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(18\)30357-7](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30357-7)
28. Jalaludin B, Thompson S, Kent J. Healthy built environments: a review of the literature [Internet]. Sydney: Healthy Built Environments Program, City Futures Research Centre, UNSW; 2011 [accessed on July 8, 2020]. Available at: <https://apo.org.au/node/32052>
29. Rantakokko M, Mänty M, Iwarsson S, Törmäkangas T, Leinonen R, Heikkinen E, et al. Fear of moving outdoors and development of outdoor walking difficulty in older people. *J Am Geriatr Soc* 2009; 57(4): 634-40. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2009.02180.x>
30. Van Cauwenberg J, Clarys P, De Bourdeaudhuij I, Van Holle V, Verté D, De Witte N, et al. Physical environmental factors related to walking and cycling in older adults: the Belgian aging studies. *BMC Public Health* 2012; 12(1): 142. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-142>
31. Leite MA, Assis MM, Carmo ASD, Costa BVL, Claro RM, Castro IR, et al. Is neighbourhood social deprivation in a Brazilian city associated with the availability, variety, quality and price of food in supermarkets? *Public Health Nutr* 2019; 22(18): 3395-404. <https://doi.org/10.1017/S1368980019002386>
32. Black C, Moon G, Baird J. Dietary inequalities: what is the evidence for the effect of the neighbourhood food environment? *Health Place* [Internet]. 2014 [accessed on July 14, 2020]; 27: 229-42. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2013.09.015>
33. Bertin M, Touvier M, Dubuisson C, Dufour A, Havard A, Lafay L, et al. Dietary patterns of French adults: associations with demographic, socio-economic and behavioural factors. *J Hum Nutr Diet* [Internet]. 2016 [accessed on July 14, 2020]; 29(2): 241-54. Available at: <https://doi.org/10.1111/jhn.12315>
34. Stringhini S, Carmeli C, Jokela M, Avendaño M, Muennig P, Guida F, et al. Socioeconomic status and the 25 × 25 risk factors as determinants of premature mortality: a multicohort study and meta-analysis of 1.7 million men and women. *Lancet* 2017; 389(10075): 1229-37. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)32380-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)32380-7)
35. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Pesquisa Nacional de Saúde 2013—Percepção do estado de saúde, estilos de vida e doenças crônicas Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação*. Rio de Janeiro: IBGE; 2014.
36. Malta DC, Bernal RTI, Iser BPM, Szwarcwald CL, Duncan BB, Schmidt MI. Factors associated with self-reported diabetes according to the 2013 National Health Survey. *Rev Saúde Pública* 2017; 51(Supl. 1): 12s. <https://doi.org/10.1590/S1518-8787.2017051000011>
37. Vitoi NC, Fogal AS, Nascimento CM, Franceschini SCC, Ribeiro AQ. Prevalence and associated factors of diabetes in the elderly population in Viçosa, Minas Gerais, Brazil. *Rev Bras Epidemiol* 2015; 18(4): 953-65. <https://doi.org/10.1590/1980-5497201500040022>
38. Fontanelli MDM, Teixeira JA, Sales CH, Castro MAD, Cesar CLG, Alves MCGP, et al. Validation of self-reported diabetes in a representative sample of São Paulo city. *Rev Saúde Pública* 2017; 51: 20. <https://doi.org/10.1590/S1518-8787.2017051006378>

Recebido em: 25/09/2020

Revisado em: 30/11/2020

Aceito em: 13/12/2020

Preprint em: 15/12/2020

Contribuições dos autores: LABT contribuiu com a concepção do manuscrito, análise e interpretação dos resultados, da redação ou revisão crítica e aprovação da versão final. MASV contribuiu com a análise e interpretação dos dados; redação ou revisão crítica relevante do conteúdo intelectual do manuscrito; aprovação final da versão a ser publicada. CSG contribuiu na análise e interpretação dos dados; redação ou revisão crítica relevante do conteúdo

intelectual do manuscrito; aprovação final da versão a ser publicada. FLR contribuiu com a redação, revisão crítica relevante do conteúdo do manuscrito e aprovação final da versão a ser publicada. DSTOF contribuiu com a redação, revisão crítica relevante do conteúdo do manuscrito e aprovação final da versão a ser publicada. DCM contribuiu com a redação, revisão crítica relevante do conteúdo do manuscrito e aprovação final da versão a ser publicada. GVM participou da concepção do manuscrito/elaboração do artigo, da criação da metodologia, da análise dos dados, da interpretação e da discussão dos resultados, da revisão crítica relevante do conteúdo e da aprovação da versão a ser publicada.

