

**FERNANDA MARTINS DE ALBUQUERQUE**

**AMBIENTE OBESOGÊNICO E LEPTOGÊNICO NO ENTORNO DAS ESCOLAS E  
DOMICÍLIOS E ASSOCIAÇÃO COM RISCO CARDIOMETABÓLICO EM  
CRIANÇAS (ESTUDO PASE)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição, para obtenção do título *Doctor Scientiae*.

Orientadora: Juliana Farias de Novaes

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

A345a  
2022

Albuquerque, Fernanda Martins de, 1990-  
Ambiente obesogênico e leptogênico no entorno das escolas  
e domicílios e associação com o risco cardiometabólico em  
crianças (Estudo PASE) / Fernanda Martins de Albuquerque. –  
Viçosa, MG, 2022.

1 tese eletrônica (178 f.): il. (algumas color.).

Inclui anexos.

Inclui apêndices.

Orientador: Juliana Farias de Novaes.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa,  
Departamento de Nutrição e Saúde, 2022.

Referências bibliográficas: f. 146-159.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2022.193>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Obesidade em crianças. 2. Saúde urbana. 3. Tecido  
adiposo. 4. Sistema cardiovascular - Doenças - Fatores de risco.  
I. Novaes, Juliana Farias de, 1979-. II. Universidade Federal de  
Viçosa. Departamento de Nutrição e Saúde. Programa de  
Pós-Graduação em Ciência da Nutrição. III. Título.

CDD 22. ed. 613.20832

**FERNANDA MARTINS DE ALBUQUERQUE**

**AMBIENTE OBESOGÊNICO E LEPTOGÊNICO NO ENTORNO DAS ESCOLAS E  
DOMICÍLIOS E ASSOCIAÇÃO COM RISCO CARDIOMETABÓLICO EM  
CRIANÇAS (ESTUDO PASE)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição, para obtenção do título *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 25 de fevereiro de 2022.

Assentimento:



---

Fernanda Martins de Albuquerque  
Autora



---

Juliana Farias de Novaes  
Orientadora

*Dedico este trabalho a Deus, à minha família e aos amigos que sempre estiveram ao meu lado torcendo pela realização deste sonho e que também são merecedores da minha vitória.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte inesgotável de amor, sabedoria e força. Àquele que guia e ilumina meus passos, que me sustenta e cuida de cada detalhe da minha vida.

À minha mãe Eliane, meu maior exemplo de amor incondicional e dedicação. Àquela que sempre me incentivou a lutar pelos meus sonhos e que vibra com todas as minhas conquistas.

Ao meu pai José Armando (*In memoriam*), que com sua breve passagem pela terra me inspirou a gostar dos estudos e a batalhar pelos meus objetivos. Um ser humano incrível que deixou muitas saudades.

À minha querida irmã Amanda, pelo amor, amizade e preocupação. Sou grata por todo o apoio e dedicação que tem por mim.

Ao meu querido irmão Rafael, por todo o seu incentivo, amor e carinho.

À minha querida avó Zezé, uma mulher forte, acolhedora e à frente do seu tempo, que me inspira a ser melhor a cada dia. Sou grata pelo seu amor e dedicação.

Ao meu avô José Martins, pelo carinho e apoio em todos os momentos que precisei.

À minha tia Andreia, por torcer sempre pelas minhas conquistas e por toda a sua ajuda durante minha trajetória.

A todos os meus tios e primos, pelo carinho, apoio e torcida em todos os momentos.

Ao meu amor Marcio Jr, por tornar minha vida mais leve e feliz. Seu ombro amigo, cumplicidade e companheirismo foram fundamentais para que eu pudesse conquistar esse título. À sua família Neves Miranda, por todo o acolhimento e carinho que recebi e recebo todos os dias.

Às minhas queridas amigas Naruna e Mariana, pelos ótimos momentos compartilhados e por todo apoio, amizade e carinho.

À equipe do grupo PASE-UFV, Ana Paula, Luana, Mariane, Lara, Alice, Bruna, Mirene, Érica e Isah pela parceria e companheirismo durante a pós graduação.

À Ana Luiza, Aline Fogal, Alinne Almeida, Ariene, Danielle, Mariana e Olívia por todo o auxílio durante o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos professores e colegas do PPGCN pelo apoio, amizade e torcida.

À todas as pessoas envolvidas na construção deste trabalho, desde os funcionários, professores e diretores das escolas, assim como as crianças e seus pais ou responsáveis, por toda a cooperação e confiança em nosso trabalho.

À minha querida orientadora, prof<sup>a</sup> Juliana, pela confiança, dedicação, paciência, ensinamentos e incentivo durante todo o período da pós graduação.

Às prof<sup>as</sup> e coorientadoras Andréia e Milene pela parceria, confiança e valiosas contribuições para este trabalho.

A todos os servidores e funcionários do Departamento de Nutrição e Saúde da UFV.

À banca examinadora pelo tempo despendido para a leitura deste trabalho e contribuição para minha formação.

À Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Nutrição e Saúde e Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição pelo ensino de qualidade e por me proporcionarem uma formação de excelência.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Ao CNPq e à FAPEMIG pelo financiamento do projeto.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

*“Porque sou eu que conheço os planos que tenho para vocês”, diz o Senhor, ‘planos de fazê-los prosperar e não de causar dano, planos de dar a vocês esperança e um futuro’ . Jeremias 29:11*

## RESUMO

ALBUQUERQUE, Fernanda Martins de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2022. **Ambiente obesogênico e leptogênico no entorno das escolas e domicílios e associação com risco cardiometabólico em crianças (estudo PASE)**. Orientadora: Juliana Farias de Novaes.

O agrupamento de fatores de risco cardiometabólico pode ter origem na infância, favorecendo o risco de doenças cardiovasculares na vida adulta. Nos últimos anos, diversos modelos ecológicos têm sido propostos para avaliar de forma complexa os determinantes de saúde da população. Nesses modelos, a modificação do ambiente é apresentada como uma ação estratégica de prevenção e cuidado da obesidade infantil e suas comorbidades, uma vez que este pode apresentar características “obesogênicas” quando promove escolhas alimentares e de estilo de vida não saudáveis, ou “leptogênicas”, quando promove escolhas saudáveis. Apesar do crescimento de pesquisas que abordam a relação entre o ambiente e saúde, nenhum estudo de revisão sistemática publicado até o momento reuniu informações sobre a relação do ambiente alimentar comunitário com o risco cardiometabólico. Além disso, nenhum estudo avaliou a associação entre o ambiente obesogênico/leptogênico e o agrupamento de fatores de risco cardiometabólico em crianças considerando o efeito simultâneo de diferentes determinantes ambientais e individuais para essa condição. Sendo assim, o objetivo deste estudo é avaliar a associação do ambiente obesogênico e leptogênico no entorno das escolas e dos domicílios com o risco cardiometabólico em crianças. Este estudo faz parte de dois projetos maiores, sendo o primeiro um estudo transversal realizado com crianças de 8 e 9 anos matriculadas em escolas públicas e privadas da área urbana de Viçosa, Minas Gerais (Pesquisa de Avaliação da Saúde do Escolar). Nesta pesquisa foram obtidas as informações individuais das crianças. A condição socioeconômica e o consumo alimentar de alimentos ultraprocessados foram avaliados por meio de questionário semi-estruturado e três recordatórios de 24 horas aplicados em dias não consecutivos, respectivamente. Foram aferidos perímetro da cintura e pressão arterial das crianças, além do peso e estatura materna para o cálculo do Índice de Massa Corporal. Os marcadores bioquímicos das crianças foram analisados, tais como glicose e insulina para o cálculo do *Homeostasis Model Assessment – Insulin Resistance*, lipoproteína de alta

densidade de colesterol e triglicerídeos. O segundo projeto possui delineamento ecológico, realizado para obtenção dos dados ambientais. Foram analisados os locais públicos para a prática de atividade física e/ou lazer, estabelecimentos comerciais de venda de alimentos, crimes violentos, acidentes de trânsito, índice de caminhabilidade, percentual de arborização e a renda média da vizinhança. Tomando como ponto central cada escola e domicílio, foram construídos *buffers network* de 400 metros. A análise de componentes principais foi utilizada para elaboração das variáveis latentes de exposição “ambiente obesogênico” e “leptogênico”, e desfecho “risco cardiometabólico”. Para verificar a associação dos ambientes obesogênico/leptogênico com o risco cardiometabólico no entorno dos domicílios e escolas, foram utilizadas a modelagem de equações estruturais e as equações de estimativa generalizadas, respectivamente. O nível de significância adotado foi de 5% para todas as análises. Os dois projetos foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (números dos pareceres: 663.171/2014 e 1.821.618/2016). A revisão sistemática foi reportada com base nas recomendações do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*. Dois pesquisadores realizaram a identificação e a seleção dos artigos nas bases de dados Medline, Scopus, Embase, Web of Science, PubMed, Scielo e Lilacs, sem restrições de idiomas ou período de publicação. A escala *Newcastle-Ottawa* foi utilizada para avaliar a qualidade dos estudos incluídos. Os principais resultados desta pesquisa demonstraram: 1) Dos dezoito estudos longitudinais incluídos no artigo de revisão sistemática, apenas três foram realizados com crianças e adolescentes e encontraram associações significativas entre os estabelecimentos de venda de alimentos e o risco cardiometabólico; 2) No entorno dos domicílios, o ambiente obesogênico foi indiretamente associado ao agrupamento de fatores de risco cardiometabólico da criança, mediado pelo Índice de Massa Corporal materno; 3) No entorno das escolas, o ambiente obesogênico foi positivamente associado ao agrupamento de fatores de risco cardiometabólico em crianças. A complexidade dos determinantes do risco cardiometabólico na infância leva à necessidade de ações intersetoriais articuladas, bem como abordagens voltadas para a promoção e o cuidado da saúde infantil que sejam baseadas nos seus multicomponentes.

**Palavras-chave:** Ambiente. Saúde urbana. Criança. Adiposidade. Risco cardiometabólico.

## ABSTRACT

ALBUQUERQUE, Fernanda Martins de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2022. **Obesogenic and leptogenic environment around schools and households and association with cardiometabolic risk in brazilian children (PASE study)**. Adviser: Juliana Farias de Novaes.

The clustering of cardiometabolic risk factors can originate in childhood, favoring the risk of cardiovascular diseases in adulthood. In recent years, several ecological models have been proposed to assess in a complex way the health determinants of the population. In these models, the environment modification is presented as a strategic action for the prevention and care of childhood obesity and its comorbidities, since it can present “obesogenic” characteristics, when it promotes unhealthy food and lifestyle choices, or “leptogenic”, when it promotes healthy choices. Despite the growth of research that addresses the relationship between environment and health, no systematic review published until the moment has gathered information on the relationship of the community food environment with cardiometabolic risk. Furthermore, no study has evaluated the association between the obesogenic/leptogenic environment and the clustering of cardiometabolic risk factors in children considering the simultaneous effect of different environmental and individual determinants for this condition. Therefore, the objective of this study is to evaluate the association of the obesogenic and leptogenic environment around schools and households with the child’s cardiometabolic risk. This study is part of two researches, the first is a cross-sectional study carried out with children aged 8 and 9 years enrolled in public and private schools in the urban area of Viçosa, Minas Gerais (School Health Assessment Survey). In this research, the individual information of the children was obtained. Socioeconomic status and ultra-processed food consumption were assessed using a semi-structured questionnaire and three 24-hour recalls applied on non-consecutive days, respectively. Children's waist circumference and blood pressure were measured, as well as mother’s weight and height to calculate the Body Mass Index. The children's biochemical markers were analyzed, such as the glucose and insulin for the calculation of the Homeostasis Model Assessment – Insulin Resistance, high-density lipoprotein cholesterol and triglycerides. The second research has an ecological design, carried out to obtain environmental data. Public

places for physical activity and/or leisure, retail food outlets, violent crimes, traffic accidents, walkability index, percentual of afforestation and the neighborhood average income were analyzed. Taking each school and household as a central point, 400-meter buffer networks were built. Principal component analysis was used to elaborate the latent “obesogenic” and “leptogenic environment” exposure variables, and the “cardiometabolic risk” outcome variable. To verify the association of the obesogenic/leptogenic environments with the cardiometabolic risk around households and schools, structural equation modeling and generalized estimation equations were used, respectively. The significance level adopted was 5% for all analyses. Both projects were approved by the Ethics Committee for Research with Human Beings of the Federal University of Viçosa (review numbers: 663,171/2014 and 1,821,618/2016). The systematic review was reported based on the recommendations of the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses. Two researchers carried out the identification and selection of studies in the Medline, Scopus, Embase, Web of Science, PubMed, Scielo and Lilacs databases, without languages or publication period restrictions. The Newcastle-Ottawa scale was used to assess the quality of included studies. The main results of this research demonstrated: 1) Of the eighteen longitudinal studies included in the systematic review, only three were carried out with children and adolescents and found significant associations between retail food outlets and cardiometabolic risk; 2) In the surroundings of the households, the obesogenic environment was indirectly associated with the child’s cardiometabolic risk clustering, mediated by the mother’s Body Mass Index; 3) In the surroundings of schools, the obesogenic environment was positively associated with the child’s cardiometabolic risk clustering. The complexity of the cardiometabolic risk determinants in childhood leads to the need for articulated intersectoral actions and approaches aimed at the promotion and care of child’s health that are based on its multi components.

**Keywords:** Environment. Urban health. Children. Adiposity. Cardiometabolic risk.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1.</b> Modelo ecológico dos determinantes da obesidade na infância.....	27
<b>Figura 2.</b> Representação esquemática do recrutamento, seleção e coleta de dados dos participantes do estudo PASE – Viçosa, MG – 2015.....	54
<b>Quadro 1.</b> Variáveis de estudo de acordo com cada artigo original.....	64
<b>Figura 3.</b> Modelo teórico inicial dos fatores determinantes (ambientais e individuais) para o risco cardiometabólico em crianças.....	67

### Artigo de revisão sistemática

<b>Figure 1.</b> Protocol of identification and selection of studies eligible for the systematic review on the association between community food environment and metabolic syndrome components, 2020.....	77
<b>Figure 2.</b> MetS components associated with retail food outlets in adults, children and adolescents, and both.....	87

### Artigo original 1

<b>Figure 1.</b> Initial hypothesized structural equation model of direct and indirect association between neighborhood environment and cardiometabolic risk in schoolchildren. Viçosa, MG, Brazil, 2015.....	117
<b>Figure 2.</b> Final model of structural equations showing the association between neighborhood environment and cardiometabolic risk in schoolchildren. Viçosa, MG, Brazil, 2015.....	122

### Artigo original 2

<b>Figure 1.</b> Heatmap of obesogenic environment around schools. Viçosa, MG, Brazil, 2015.....	142
<b>Figure 2.</b> Heatmap of leptogenic environment around schools. Viçosa, MG, Brazil, 2015.....	143

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Distribuição das características ambientais em Viçosa, MG, 2015.....	62
---	----

### Artigo de revisão sistemática

<b>Table 1.</b> Elements of the research question according to the PICOS strategy.....	76
<b>Table 2.</b> Description of the included cohorts that evaluated associations between retail food outlets and metabolic syndrome components, 2020.....	79
<b>Table 3.</b> Exposures and outcomes information of included cohorts that evaluated associations between retail food outlet and metabolic syndrome components, 2020.....	80
<b>Table 4.</b> Summary of type, data source and measures of retail food outlets used in eighteen cohort studies included.....	86

### Artigo original 1

<b>Table 1.</b> Distribution of sociodemographic, ultra-processed food consumption and cardiometabolic risk factors according to sex in Brazilian children aged 8–9 years. Viçosa, Minas Gerais, Brazil, 2015.....	118
<b>Table 2.</b> Factor loadings of the observed variables (questionnaire) composing the latent variables in the exploratory and confirmatory factor analysis. Viçosa, MG, Brazil, 2015.....	119
<b>Table 3.</b> Standardized coefficients ( $\beta$ ) for the final model of structural equations showing the relation of neighborhood environment and cardiometabolic risk in Brazilian children aged 8–9 years. Viçosa, MG, Brazil, 2015.....	120
<b>Table S1.</b> Characteristics of total and excluded sample. Viçosa, Minas Gerais, Brazil, 2015.....	123
<b>Table S2.</b> Distribution of neighborhood characteristics in the 400m buffer network. Viçosa, MG, 2015.....	124
<b>Table S3.</b> Principal Component Analysis parameters of the latent variables. Viçosa, MG, Brazil, 2015.....	124

## Artigo original 2

<b>Table 1.</b> Characterization of school environment and cardiometabolic risk factors of Brazilian schoolchildren aged 8-9 years. Viçosa, MG, Brazil, 2015.....	140
<b>Table 2.</b> Factor loadings of the school environmental characteristics of Brazilian schoolchildren aged 8-9 years. Viçosa, MG, Brazil, 2015.....	141
<b>Table 3.</b> Association between standardized continuous factors from Principal Component Analysis. Viçosa, Brazil, 2015.....	142

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAP Academia Americana de Pediatria  
ACP Análise de Componentes Principais  
AF Atividade Física  
AFC Análise Fatorial Confirmatória  
ANGELO *Analysis Grid for Environments Linked to Obesity*  
APS Atenção Primária à Saúde  
AUP Alimentos Ultraprocessados  
BMI *Body Mass Index*  
BP *Body Pressure*  
CAISAN Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional  
CT Colesterol Total  
CCI Coeficiente de Correlação Intraclasse  
CEP Código de Endereçamento Postal  
CFI *Comparative Fit Index*  
cm centímetro  
CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico  
CVD *Cardiovascular Disease*  
DBP *Diastolic Blood Pressure*  
DCV Doenças Cardiovasculares  
DXA *Dual Energy X-ray Absorptiometry*  
ELSA Estudo Longitudinal de Saúde do Adulto  
FAPEMIG Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais  
FAO *Food and Agriculture Organization*  
FIML *Full Information Maximum Likelihood*  
g grama  
GEE *Generalized Estimating Equation*  
GPS *Global Positioning System*  
HAS Hipertensão Arterial Sistêmica  
HbA1c *hemoglobin A1c*  
HDL-c *High-Density Lipoprotein cholesterol*  
HFAI *Healthy Food Availability Index*

HOMA-IR *Homeostasis Model Assessment – Insulin Resistance*

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IC95% Intervalo de Confiança de 95%

IDF *International Diabetes Federation*

IDH Índice de Desenvolvimento Humano

IQR *Interquartile Range*

IMC Índice de Massa Corporal

IMC/I Índice de Massa Corporal por Idade

kg Quilograma

km Quilômetro

KMO *Kaiser-Meyer-Olkin*

LAC Laboratório de Análises Clínicas

LDL-c *Low-Density Lipoprotein cholesterol*

m Metro

MAP *Mean Arterial Pressure*

MEE Modelagem de Equações Estruturais

MESH *Medical Subject Headings*

MetS *Metabolic Syndrome*

MG Minas Gerais

MAPK Proteína Quinase Ativada por Mitógeno

mL Mililitro

NCD *Non Communicable Diseases*

NCD-RisC *Non Communicable Diseases Risk-factor Collaboration*

NOS *The Newcastle-Ottawa Scale*

OMS Organização Mundial de Saúde

OR *Odds Ratio*

p probabilidade de significância estatística

PA Pressão Arterial

PAD Pressão Arterial Diastólica

PAS Pressão Arterial Sistólica

PASE Pesquisa de Avaliação da Saúde do Escolar

PARA *Physical Activity Resource Assessment*

PRISMA *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyzes*

PC Perímetro da Cintura  
PCA *Principal Component Analysis*  
PIB Produto Interno Bruto  
PICOS *Population, Intervention, Comparison and Outcomes*  
POF Pesquisa de Orçamentos Familiares  
QIC *Quasilielihood under the independence model criterion*  
RI Resistência à insulina  
R24h Recordatório de 24 horas  
RCE Relação cintura-estatura  
RFEI *Retail Food Environment Index*  
RMSEA *Root Mean Square Error of Approximation*  
SBP *Systolic Blood Pressure*  
SEM *Structural Equation Modeling*  
SISVAN Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional  
SM Síndrome Metabólica  
SIG Sistema de Informação Geográfica  
SP São Paulo  
SUS Sistema Único de Saúde  
RMSEA *Root Mean Square Error of Approximation*  
TACO Tabela Brasileira de Composição de Alimentos  
TCLE Termo de Consentimento Livre e Esclarecido  
TG Triglicerídeos/*Triglycerides*  
TLI *Tucker-Lewis Index*  
T2DM *Type 2 Diabetes Mellitus*  
UNICEF *United Nations International Children's Emergency Fund*  
UFV Universidade Federal de Viçosa  
UTM *Universal Transverse Mercator System*  
USA *United States of America*  
VLDL *Very low-density lipoprotein*  
WC *Waist Circumference*  
WGS *World Geodetic System*  
WHO *World Health Organization*  
WHpR *Waist-to-Hip Ratio*

WHtR *Waist-to-Height Ratio*

WLSMV *Weighted Least Squares Mean and Variance Adjusted*

WRMR *Weighted Root Mean Square Residual*

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>20</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>23</b>
2.1 Risco cardiometabólico na infância.....	23
2.2 Determinantes individuais do risco cardiometabólico na infância.....	26
2.3 Determinantes ambientais do risco cardiometabólico na infância.....	30
2.3.1. Ambiente construído.....	32
2.3.1.1 Ambiente alimentar.....	32
2.3.1.2 Ambiente para prática de atividade física e caminhabilidade.....	37
2.3.2 Ambiente social.....	40
<b>3 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>44</b>
<b>4 OBJETIVOS.....</b>	<b>46</b>
4.1 Objetivo geral.....	46
4.2 Objetivos específicos.....	46
<b>5 METODOLOGIA DA REVISÃO SISTEMÁTICA.....</b>	<b>47</b>
<b>6 METODOLOGIA GERAL.....</b>	<b>49</b>
6.1 Características do estudo.....	49
6.2 Pesquisa de Avaliação da Saúde do Escolar (PASE).....	49
6.2.1 Delineamento e local do estudo .....	49
6.2.2 Casuística .....	50
6.2.3 Plano de amostragem .....	51
6.2.4 Treinamento da equipe e calibração .....	52
6.2.5 Estudo piloto.....	52
6.2.6 Coleta de dados .....	53
6.2.7 Variáveis de estudo.....	55
6.3 Pesquisa sobre dados ambientais.....	58
6.3.1 Delineamento do estudo .....	58
6.3.2 Coleta de dados .....	58
6.3.3 Caracterização do ambiente no entorno das escolas e domicílios.....	63
6.4 Variáveis de estudo.....	64
6.5 Análises estatísticas.....	65
6.5.1 Artigo original 1.....	65

6.5.2 Artigo original 2.....	70
6.6 Aspectos éticos.....	71
<b>7 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>73</b>
<b>7.1 Artigo de revisão sistemática.....</b>	<b>74</b>
<b>7.2 Artigo original 1.....</b>	<b>100</b>
<b>7.3 Artigo original 2.....</b>	<b>125</b>
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>144</b>
<b>9 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>146</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>160</b>
APÊNDICE A – Número total de alunos matriculados nos 3º e 4º anos de escolas públicas e privadas do município de Viçosa-MG.....	160
APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).....	161
APÊNDICE C – Recordatório 24 horas (R24h).....	162
APÊNDICE D - Questionário semiestruturado para coleta de informações sociodemográficas.....	163
APÊNDICE E – Ficha de antropometria e avaliação da pressão arterial das crianças e seus pais.....	167
<b>ANEXOS .....</b>	<b>168</b>
ANEXO A - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFV – PASE.....	168
ANEXO B – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFV – Dados ambientais.....	172
ANEXO C – Instrumento de avaliação objetiva de estabelecimentos de venda de alimentos para consumo em domicílio.....	173
ANEXO D – Instrumento de avaliação objetiva de estabelecimentos de venda de alimentação fora de casa – restaurantes.....	174
ANEXO E – Instrumento de avaliação objetiva de alimentação fora de casa – ambulantes.....	175
ANEXO F – Instrumento de avaliação objetiva de feiras livres.....	176
ANEXO G – Instrumento de avaliação objetiva dos locais para atividade física e/ou de lazer.....	177

## 1 INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares (DCV) correspondem a um grupo de eventos patológicos que afetam o sistema circulatório, como o coração e os vasos sanguíneos, e representam a principal causa de morte no mundo (WHO, 2021). A Organização Mundial da Saúde estima que em 2019, 17,9 milhões de pessoas morreram por DCV, representando 32% de todas as mortes ocorridas (WHO, 2021). Similarmente ao cenário epidemiológico internacional, as DCV também correspondem à primeira causa de morte no Brasil, sendo responsáveis por 185.317 (24,7%) dos óbitos ocorridos no mesmo ano (BRASIL, 2022).

Em geral, as manifestações clínicas das DCV ocorrem na vida adulta, porém, sabe-se que devido à presença de fatores de risco cardiometabólico, as primeiras lesões vasculares podem ocorrer em fases precoces da vida (STRONG; MCGILL, 1969; BERENSON et al., 1989). O risco cardiometabólico pode ser definido como um conjunto de fatores que favorecem o desenvolvimento de doenças cardiovasculares, incluindo as dislipidemias, hipertensão arterial sistêmica (HAS), resistência à insulina (RI) e excesso de adiposidade central (DESPRÉS et al., 2008). Independentemente da adiposidade total, estudos têm demonstrado que a gordura corporal localizada na região central contribui para o desenvolvimento de dislipidemias, HAS e RI em crianças (KELISHADI et al., 2008; GRAVES et al., 2014; VAN HULST et al., 2020). Assim, a Academia Americana de Pediatria (AAP) ressalta a importância da avaliação do estado nutricional infantil para a identificação precoce do agrupamento de fatores de risco cardiometabólico, permitindo o direcionamento de intervenções focadas na sua prevenção e controle (MAGGE; GOODMAN; ARMSTRONG, 2017).

Sabe-se que o estado nutricional infantil é determinado por múltiplos fatores, incluindo os individuais e ambientais (SAHOO et al., 2015). Em 2013, *Pérez-Escamilla & Kac* propuseram um modelo ecológico com a finalidade de compreender a complexa interação entre os determinantes ambientais (distais) e individuais (proximais) do estado nutricional de crianças. Nesse modelo, o consumo alimentar e a prática de atividade física, considerados como elementos centrais para o risco de excesso de peso, são influenciados, entre outros fatores, pela acessibilidade e disponibilidade de diversos tipos de estabelecimentos que comercializam alimentos e locais públicos para prática de atividade física no entorno das escolas e dos domicílios. Destaca-se

também as características familiares que influenciam a obesidade infantil, como o estado nutricional materno, que reflete não somente o ganho excessivo de peso na gestação, como também o ambiente doméstico e da vizinhança em que estão inseridos (PÉREZ-ESCAMILLA; KAC, 2013).

Considerando que o ambiente pode favorecer ou dificultar hábitos de vida saudáveis e conseqüentemente influenciar os desfechos em saúde, abordagens mais ampliadas servem como base para a elaboração de ações intersetoriais voltadas para a promoção à saúde, e a modificação do ambiente ao redor das escolas e domicílios tem sido proposta como forma de incentivo às escolhas alimentares saudáveis e a um estilo de vida mais ativo na infância (UNICEF, 2019).

A menor disponibilidade e/ou acesso a espaços públicos para prática de atividade física (AF) e/ou recreativa, assim como a infraestrutura precária e a insegurança gerada pelas altas taxas de criminalidade e/ou acidentes de trânsito nas áreas urbanas têm sido relacionadas a redução da caminhada como forma de deslocamento e a um estilo de vida mais sedentário em crianças (LOVASI et al., 2011; COHEN et al., 2016). Além disso, o fácil acesso a estabelecimentos que comercializam predominantemente alimentos ultraprocessados no entorno de escolas e domicílios tem sido associado à piores padrões de consumo alimentar (ENGLER-STRINGER et al., 2014) e à obesidade infantil (DA COSTA PERES et al., 2020; XIN et al., 2021; YANG et al., 2021; LI et al., 2021). De acordo com o modelo conceitual proposto por *Swinburn* et al. (1999), esses fatores caracterizam um ambiente “obesogênico”, por não favorecerem a prática de AF e/ou incentivarem e induzirem escolhas alimentares não saudáveis. Por outro lado, quando um ambiente favorece hábitos de vida saudáveis, este pode ser denominado como ambiente “leptogênico” (SWINBURN; EGGER; RAZA, 1999).

Estudos internacionais têm relacionado as características ambientais ao redor das escolas e dos domicílios com os fatores de risco cardiometabólico na infância (ROSSEN et al., 2013; HSIEH et al., 2014; GHENADENIK et al., 2018., GREEN et al., 2018). Porém, a associação entre o ambiente obesogênico/leptogênico e o risco cardiometabólico ainda é pouco explorada.

Pesquisas que avaliaram padrões de agrupamentos de características ambientais encontraram que crianças e adolescentes que residem em regiões cujo ambiente é caracterizado como “obesogênico” apresentam maiores prevalências de

obesidade (WALL et al., 2012; SAELENS et al., 2012; DE BONT et al., 2021). No entanto, até o momento, não foram encontradas evidências que avaliaram a relação do ambiente obesogênico e leptogênico no entorno das escolas ou domicílios com o agrupamento dos fatores de risco cardiometabólico na população pediátrica. Assim, a partir da análise ampliada dos fatores contextuais e individuais que influenciam o risco cardiometabólico na infância, podem ser estabelecidas políticas de saúde pública mais efetivas, pautadas em ações articuladas entre os setores de saúde e de planejamento urbano.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Risco cardiometabólico na infância

As DCV podem ser definidas como um conjunto de desordens que afetam o coração e os vasos sanguíneos, como a doença arterial coronariana, doença cerebrovascular, infarto agudo do miocárdio e insuficiência cardíaca (WHO, 2021). Segundo o Datasus, as DCV foram a principal causa de morte no Brasil, sendo responsáveis por 185.317 (24,7%) dos óbitos ocorridos no ano de 2019 (BRASIL, 2022).

Estima-se que o risco de eventos cardiovasculares não fatais aumente com a idade e que o risco de mortalidade por DCV aumente em 2,5 vezes a cada 10 anos, em virtude da evolução da extensão, do número e da gravidade das DCV com o avanço da idade (RABELO, 2001; GAZOLLA et al., 2014). Embora as manifestações clínicas das DCV ocorram na vida adulta, as primeiras lesões vasculares podem ocorrer na infância, período em que a doença é ainda assintomática e potencialmente reversível (STRONG; MCGILL, 1969; BERENSON et al., 1989).

Sabe-se que os fatores de risco cardiometabólico que se estabelecem na infância podem ser preditivos do risco cardiovascular na idade adulta (BERENSON et al., 1989). O risco cardiometabólico pode ser definido como a presença de alterações que favorecem o desenvolvimento de DCV, como as dislipidemias, HAS, RI e excesso de adiposidade central (DESPRÉS et al., 2008). Em crianças, a coexistência de múltiplos fatores de risco cardiometabólico pode ser observada, acelerando o processo de aterosclerose ao longo dos anos (BERENSON, 2002; BERENSON; SRNIVASAN, 2005). Sabe-se que a progressão das primeiras estrias gordurosas para lesões mais avançadas, como as placas fibrosas, pode ocorrer de maneira precoce, aos vinte anos de idade (STRONG; MCGILL, 1969). Neste contexto, ressalta-se que fatores de risco para as DCV na infância tornam esse grupo populacional vulnerável e passível de ações de saúde pública preventivas, de modo que o risco cardiometabólico não persista na idade adulta e contribua com o aumento dos indicadores de morbimortalidade.

A partir do reconhecimento de que os fatores de risco cardiometabólico tendem a coexistir e conferir um maior risco para as DCV, houve aumento do interesse por

parte dos pesquisadores em se conhecer não apenas as suas causas, mas sua distribuição nas populações. A Síndrome Metabólica (SM) consiste no padrão de agrupamento mais amplamente investigado, caracterizada por um conjunto de fatores de risco para doenças cardiovasculares e diabetes tipo 2, como RI associada ao excesso de adiposidade central, HAS, hipertrigliceridemia e baixas concentrações de lipoproteína de baixa densidade de colesterol (HDL-c) (ECKEL; GRUNDY; ZIMMET, 2005). No entanto, apesar da vasta literatura, não existe um consenso acerca dos critérios a serem utilizados para o seu diagnóstico em crianças e adolescentes (MAGGE; GOODMAN; ARMSTRONG, 2017; WANG et al., 2020).

Uma abordagem estatística bastante utilizada para detectar os padrões de agrupamento dos componentes da SM é a análise fatorial, que avalia as correlações entre as variáveis de risco. Estudos que utilizaram a análise fatorial têm demonstrado diferentes padrões de agrupamentos em crianças e adolescentes, evidenciando o risco de que essa condição se mantenha até a vida adulta (KATZMARZYK et al., 2001; DWYER et al., 2002; MORENO et al., 2002; GOODMAN et al., 2005; GURKA et al., 2012). No estudo de *Dwyer et al.* (2002), três fatores foram identificados em crianças australianas de 8 anos utilizando-se a análise fatorial, sendo denominados: “pressão arterial” (pressão arterial sistólica e diastólica), “resistência à insulina” (insulina e glicose) e “dislipidemia” (HDL-c e triglicerídeos). Já *Goodman et al.* (2005), identificaram em crianças e adolescentes norte americanos quatro fatores, denominados como: “adiposidade” (índice de massa corporal, perímetro da cintura, fibrinogênio e insulina), “colesterol” (lipoproteína de baixa densidade de colesterol e colesterol total), “metabolismo de carboidratos” (glicose, insulina, HDL-c e triglicerídeos) e “pressão arterial” (pressão arterial sistólica e diastólica).

Embora a obesidade esteja fortemente associada a um conjunto considerável de alterações cardiometabólicas, cabe ressaltar que indivíduos eutróficos pelo Índice de Massa Corporal/Idade (IMC/I) podem apresentar excesso de gordura corporal e estar expostos a alterações cardiometabólicas semelhantes às encontradas em indivíduos com excesso de peso, em razão do excesso de tecido adiposo e de sua ação endócrina e inflamatória (KELISHADI et al., 2008; VAN HULST et al., 2020).

Sabe-se que independentemente da adiposidade total, a gordura localizada na região central está associada a um maior risco de DCV devido à sua capacidade de indução da RI e disfunção endotelial, por meio do estímulo e da produção de citocinas

pró-inflamatórias e pró-trombóticas (BERGMAN et al., 2007; BALAGOPAL et al., 2011; GRAVES et al., 2014). Na pesquisa realizada pelo grupo PASE (Pesquisa de Avaliação da Saúde do Escolar) com crianças de 8 e 9 anos de Viçosa, MG, o excesso de adiposidade central esteve associado com a maior razão Apolipoproteína B/Apolipoproteína A1, conhecida por predizer o risco de aterosclerose (CASTRO et al., 2019), e com as concentrações de proteína C-reativa, um marcador de inflamação subclínica (SUHETT et al., 2019).

A relação entre o excesso de tecido adiposo na região central e o maior risco cardiovascular pode ser explicada devido ao maior tamanho de suas células adiposas, à maior resposta aos agentes lipolíticos, à menor resposta aos hormônios anti-lipolíticos e à maior atividade lipogênica, que ocorre provavelmente devido à hiperinsulinemia crônica (KERN et al., 1995). Além disso, a gordura abdominal, localizada próximo ao sistema portal, libera maiores concentrações de ácidos graxos livres, que são conduzidos diretamente ao fígado, favorecendo gliconeogênese, formação de lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL) e diminuição do *clearance* de insulina, com ocorrência de hiperinsulinemia e RI (BERGMAN et al., 2007).

Estudos mostram que o diagnóstico de RI é fundamental em faixas etárias mais jovens. Um estudo longitudinal multicêntrico realizado na Europa, com 3.348 crianças com idade entre 3 e 10 anos, encontrou uma tendência crescente da prevalência de RI de acordo com o IMC, comparando-se um percentual de 10,9% entre as crianças eutróficas, com 66,7% entre aquelas com obesidade. O mesmo estudo também observou que, passados dois anos das primeiras análises, as crianças que tiveram modificação do diagnóstico de sobrepeso/obesidade para baixo peso/eutrofia, tiveram uma diminuição no *Homeostasis Model Assessment – Insulin Resistance* (HOMA-IR) (PEPLIES et al., 2016). Em estudo realizado pelo grupo PASE com crianças de Viçosa, MG, demonstrou-se que 21,2% das crianças de 8 e 9 anos avaliadas apresentaram RI pelo índice HOMA-IR (BRITO et al., 2020).

O excesso de adiposidade corporal e a RI em crianças favorece a elevação dos níveis pressóricos, podendo esse perfil de risco permanecer até a idade adulta (GURNANI; BIRKEN; HAMILTON, 2015; SBC, 2017). Sabe-se que a partir da estimulação da produção de óxido nítrico no endotélio, a insulina induz ao vaso-relaxamento, além de regular a homeostase do sódio por aumentar sua reabsorção renal, contribuindo para a regulação da pressão sanguínea. No estado de RI, a via de

óxido nítrico mediada por insulina é prejudicada e a hiperinsulinemia compensatória pode ativar a via de proteína quinase ativada por mitógeno (MAPK), resultando em aumento da vasoconstrição, inflamação, retenção de sódio e água, e, conseqüentemente, na elevação da pressão arterial (PA) (WHALEY-CONNELL; SOWERS, 2009; ZHOU; WANG; YU, 2014).

Os dados apresentados sugerem que a RI é considerada um fator chave para o agrupamento de fatores de risco cardiometabólico na infância, estando associada às alterações da PA e do perfil lipídico. Além disso, o excesso de adiposidade central em crianças promove um estado pró-inflamatório de baixo grau, piorando o estado de RI e aumentando o risco de DCV ao longo da vida. Dessa forma, o rastreamento destas alterações deve ser incorporado à rotina das consultas pediátricas, possibilitando o diagnóstico precoce e prevenindo as DCV. Ainda, a identificação dos principais determinantes do risco cardiometabólico pode auxiliar na efetividade de políticas de saúde pública direcionadas ao público infantil.

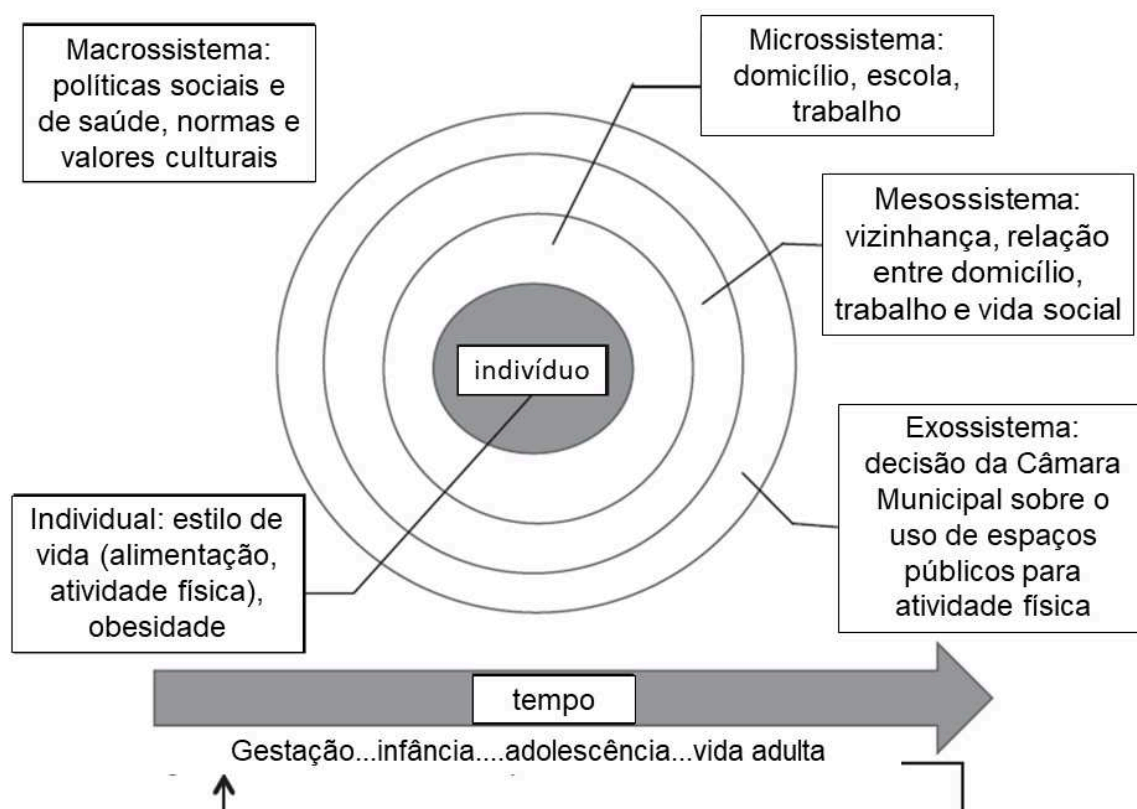
## **2.2 Determinantes individuais do risco cardiometabólico na infância**

Os fatores de risco para DCV podem ser divididos em modificáveis e não modificáveis. No que se refere à categoria dos fatores de risco modificáveis, a obesidade se constitui no fator de risco mais amplamente pesquisado em crianças, pelo fato de que essa condição representa um dos grandes desafios para a saúde pública na atualidade, com prevalência crescente nos países desenvolvidos e em desenvolvimento (NCD-RisC, 2017). Diante dessa tendência, esforços têm sido realizados para compreender a complexidade de fatores e contextos que interagem entre si e determinam o excesso de peso na infância (WEIHRAUCH-BLÜHER; WIEGAND, 2018). Os modelos ecológicos são abordagens bastante utilizadas para este fim, entretanto, até o momento, não há um modelo específico para os fatores determinantes do risco cardiometabólico.

No modelo ecológico proposto por *Pérez-Escamilla & Kac (2013)*, diversos elementos interagem entre si em diferentes níveis, determinando o excesso de peso na infância. Quanto aos fatores de risco proximais, observa-se as características individuais da criança, como o estilo de vida (consumo alimentar e prática de atividade física) em primeiro plano, além disso, observa-se que ao longo do curso da vida, a

exposição a um ambiente obesogênico pode aumentar o risco de obesidade materna e de sua prole, facilitando a “transferência” do risco de obesidade para a próxima geração (Figura 1).

**Figura 1** - Modelo ecológico dos determinantes da obesidade na infância.



Fonte: Traduzido de Pérez-Escamilla & Kac (2013).

Dentre os múltiplos fatores apresentados neste modelo, o consumo alimentar apresenta-se como um dos principais fatores determinantes passíveis de modificações e frequentemente associado ao risco cardiometabólico em crianças (RAUBER et al., 2015; RINALDI et al. 2016; SPARREBERGER et al. 2016; ROCHA et al., 2019).

Nas últimas décadas ocorreram transformações significativas dos padrões de consumo alimentar da população. Essas mudanças são consequência do crescimento da indústria alimentícia associado ao maior acesso aos alimentos, aumento da participação da mulher no mercado de trabalho, ampliação das redes de comercialização de alimentos, como dos restaurantes *fast foods*, levando a uma diminuição dos alimentos tradicionalmente consumidos como arroz, feijão, frutas e

legumes, e aumento do consumo de alimentos ultraprocessados, ricos em açúcares, sódio e gorduras saturadas (KAC; VELÁSQUEZ-MELÉNDEZ, 2007; IBGE, 2020).

De acordo com a classificação NOVA dos alimentos, define-se como alimentos ultraprocessados (AUP) os produtos cuja fabricação envolve diversas etapas e técnicas de processamento e vários ingredientes, muitos deles de uso exclusivamente industrial (MONTEIRO et al., 2016). Neste grupo, os alimentos *in natura* encontram-se em porção reduzida na lista de ingredientes. Como exemplos, destacam-se as bebidas açucaradas, os *fast foods*, comidas prontas para o consumo, biscoitos recheados e salgadinhos tipo *chips* (BRASIL, 2014; MONTEIRO et al., 2016). Os AUP são produzidos a partir de conservantes e aditivos químicos na presença de pouco ou nenhum alimento fresco, fazendo com que apresentem características sensoriais semelhantes (cheiro, sabor, textura) aos alimentos de verdade (MONTEIRO; CANNON, 2012). Estão disponíveis a preços acessíveis na maioria dos estabelecimentos que comercializam alimentos, são vendidos em porções cada vez maiores e formulados para serem hiperpalatáveis e formadores de hábito alimentar (MONTEIRO; CANNON, 2012). Por possuírem altas cargas glicêmicas, os AUP afetam os mecanismos endógenos responsáveis pelo controle do apetite e saciedade, causando o superconsumo destes produtos e, conseqüentemente, consumo excessivo de calorias (MONTEIRO et al., 2012; MONTEIRO; CANNON, 2012; JUUL et al., 2018).

Segundo a POF (2017-2018), para o total da população brasileira com 10 ou mais anos de idade, 19,7% das calorias consumidas são provenientes de AUP. Na avaliação por faixa etária, os AUP representam 26,7% do total de calorias em adolescentes (IBGE, 2020). Dados do SISVAN demonstram que cerca de 85% das crianças de 5 a 9 anos atendidas pela APS referem ter consumido algum alimento ultraprocessado no dia anterior à consulta (BRASIL, 2021). Estudos que avaliaram o consumo de AUP por crianças brasileiras identificaram uma contribuição de 19,7% a 47,0% deste grupo na ingestão calórica total (SPARRENBERGER et al., 2015; KARNOPP et al., 2017).

No estudo PASE, o perfil alimentar das crianças foi analisado utilizando-se a técnica *Two-Step Cluster*, que permite agrupar a amostra em perfis de indivíduos com consumo alimentar semelhantes entre si. Como resultado, dois grupos foram identificados: “saudável” (tendo como indicadores o arroz, feijão, verdura, legumes,

leite, frutas e carnes) e “não saudável” (tendo como um dos indicadores os AUP como os *fast foods*, biscoitos recheados e embutidos). Ao avaliar a ingestão calórica dos AUP consumidos em cada grupo, a contribuição energética no grupo “não saudável” (24,1%) foi maior que no grupo “saudável” (20,5%) (SILVA, M.A. et al., 2019). O consumo excessivo desses alimentos pode predispor as crianças ao risco cardiometabólico. Em crianças brasileiras de 6 a 10 anos com excesso de peso e obesidade, o consumo de AUP foi positivamente associado às concentrações de glicemia de jejum e triglicerídeos (TG) (RINALDI et al., 2016). Em um estudo longitudinal realizado com crianças brasileiras de 3 a 4 anos, para cada aumento de 1% no consumo de AUP, houve um aumento de 0,430 mg/dL na concentração de colesterol total (CT) e 0,369 mg/dL na lipoproteína de baixa densidade de colesterol (LDL-c) após 4 anos de acompanhamento (RAUBER et al., 2015). Além disso, estudo de revisão sistemática demonstrou haver evidências suficientes para afirmar a associação positiva entre o consumo de AUP e o excesso de gordura corporal na população pediátrica (COSTA et al., 2018).

Ainda no modelo teórico de *Pérez-Escamilla & Kac* (2013), são observados os fatores de risco na infância moldados pelo estado nutricional materno, que reflete, além do ganho de peso excessivo antes e durante a gestação, e a retenção desse peso no pós-parto, seus comportamentos, e o ambiente doméstico e da vizinhança em que estão inseridos, influenciando os comportamentos e o peso de seus filhos (BOGARDUS; SWINBURN, 2017; LEE et al., 2019). Um estudo de metanálise demonstrou haver uma forte associação entre a obesidade dos pais e das crianças (WANG et al., 2017). Em um estudo multicêntrico realizado no Irã com 14.400 crianças e adolescentes com idades entre 7 a 18 anos, àquelas cujos pais tinham obesidade apresentaram maior risco cardiometabólico, como excesso de adiposidade central e PA elevada (EJTAHED et al., 2018). Pesquisa realizada com crianças de 9 a 10 anos de Belo Horizonte, MG, observou que a obesidade dos pais/responsáveis foi positivamente associada ao risco de obesidade dos filhos, influenciando através de seus próprios hábitos, como tempo de tela e consumo de AUP, o ganho de peso das crianças (DO CARMO et al., 2020a).

Além dos determinantes individuais do estado nutricional infantil apresentados, as características da vizinhança são identificadas em terceiro plano (mesossistema) no modelo teórico de *Pérez-Escamilla & Kac* (2013). Assim, compreender a

complexa interação entre o ambiente e os fatores comportamentais e familiares é de fundamental importância para a elaboração de ações voltadas para a prevenção e o controle do risco cardiometabólico em crianças.

### **2.3 Determinantes ambientais do risco cardiometabólico na infância**

Desde o século XIX, a relação entre os espaços geográficos e a ocorrência de doenças é investigada. Em 1854, ao cruzar os dados de ocorrência dos óbitos por cólera e de localização de um poço de abastecimento de água contaminado com material fecal em Londres, o médico *John Snow* conseguiu identificar o foco epidêmico da contaminação, a conhecida “bomba d'água da *Broad Street*”, (JOHNSON, 2006). Essa descoberta marcou o nascimento da epidemiologia moderna, que apresenta como premissa básica o fato de que os desfechos em saúde não são distribuídos aleatoriamente no espaço, e sim, por meio de interações dinâmicas e complexas entre os indivíduos e o contexto em que estão inseridos.

Desde então, as pesquisas epidemiológicas desenvolvidas deixaram de centrar na doença e passaram a investigar as condições do espaço geográfico que determinam a ocorrência das mesmas (FARIA; BORTOLOZZI, 2009). Como resposta a construção de uma nova concepção internacional e à acentuada medicalização da saúde ocorrida no século XX, o conceito de “promoção à saúde” é criado na década de 1940 como um dos elementos primários da medicina preventiva (HEIDMANN et al., 2006). Nesse contexto, surge a necessidade de uma abordagem ampliada dos determinantes de saúde, que até então tinha um enfoque nas mudanças do estilo de vida, responsabilizando o próprio indivíduo pelo seu adoecimento. Em 1986, na I Conferência Internacional sobre Promoção à Saúde, o papel do ambiente como determinante de saúde é discutido pela primeira vez, tendo a “criação de ambientes favoráveis à saúde” como uma das principais estratégias de promoção citadas na Carta de *Ottawa* (OMS, 1986).

A partir da compreensão de que o contexto em que indivíduo está inserido influencia seus comportamentos e estilo de vida, surge o conceito de saúde urbana, que propõe a discussão dos efeitos da urbanização sobre a saúde humana (CAIAFFA et al., 2008). O processo de urbanização é dinâmico e apresenta padrões distintos em cada região do mundo, apresentando ritmo mais acelerado nos países em

desenvolvimento (GALEA; ETTMAN; VLAHOV, 2019). Embora as áreas urbanas frequentemente apresentem níveis mais elevados de alfabetização e educação e melhor acesso aos serviços sociais e de saúde, o desenvolvimento urbano desigual faz com que a população vivencie situações distintas dentro de uma mesma cidade, apresentando riscos diferenciados à saúde (UNITED NATIONS, 2014).

Ao estudar os fatores urbanos para diferentes desfechos em saúde, pesquisadores têm construído modelos que avançam para o entendimento do ambiente como determinante do estilo de vida da população. *Egger & Swinburn* (1997) foram os pioneiros na análise da influência dos fatores ambientais sobre o excesso de peso. Segundo os autores, as influências biológicas explicam grande parte do acúmulo de gordura corporal em indivíduos em um determinado ambiente, mas não justificam os grandes aumentos populacionais que representam a epidemia da obesidade em si. Em 1999, *Swinburn, Egger & Razza* propuseram um modelo conceitual que considerou o ambiente como um dos fatores preponderantes na adoção de hábitos de vida saudáveis. Neste modelo, denominado “Análise do Quadro Ambiental à Obesidade” (ANGELO), o ambiente é composto por “microambientes”, como escolas, local de trabalho, residência e vizinhança, influenciados pelos “macroambientes”, como os sistemas de educação e saúde, sistemas de transporte, as políticas governamentais, as normas e as leis sociais, a publicidade, a produção e os sistemas de distribuição de alimentos (SWINBURN; EGGER; RAZZA, 1999).

Ainda de acordo com *Swinburn, Egger & Raza* (1999), os ambientes que oferecem poucas opções e pouca diversidade de estabelecimentos de venda de alimentos ou são escassos em oportunidades e estruturas que favoreçam o deslocamento e a prática de AF, são definidos como “ambientes obesogênicos”. Por outro lado, os ambientes que exercem influência positiva ao promoverem hábitos de vida saudáveis são denominados “ambientes leptogênicos” (SWINBURN; EGGER; RAZA, 1999).

Os modelos ecológicos têm sido propostos também para ajudar na compreensão dos fatores determinantes do excesso de peso infantil. Como observado no modelo teórico de *Pérez-Escamilla & Kac* (2013), diversos fatores inseridos em contextos mais amplos, que incluem a escola, o domicílio e a vizinhança, exercem influência no estado nutricional de crianças. Nos planos mais distais deste modelo (mesossistema e exossistema), observam-se as características da vizinhança, com

destaque para os aspectos diretamente relacionados ao ambiente comunitário, que podem predispor às escolhas alimentares não saudáveis e à inatividade física, como as taxas de crime e segurança e a condição socioeconômica da vizinhança, a disponibilidade de estabelecimentos comerciais de venda de alimentos, as instalações recreativas e a caminhabilidade no entorno tanto das escolas, quanto dos domicílios.

### **2.3.1. Ambiente construído**

Entende-se como ambiente construído os espaços modificados pelo homem, como as estruturas físicas em que os indivíduos vivem, trabalham ou estudam (como casas, prédios, escolas, ruas e espaços abertos), e que, devido ao seu impacto nos hábitos de vida, podem estar relacionadas à ocorrência de doenças crônicas não transmissíveis (NCEH, 2011). As características do ambiente construído no entorno da escola e do domicílio de uma criança podem influenciar seus hábitos de vida relacionados à alimentação e atividades físicas. Dessa forma, o ambiente construído pode ser avaliado pela presença de estabelecimentos comerciais para venda de alimentos, espaços públicos para prática de AF e de lazer e índice de caminhabilidade.

#### **2.3.1.1 Ambiente alimentar**

O ambiente alimentar pode ser compreendido como a interface do consumidor com o sistema alimentar que engloba a disponibilidade, a acessibilidade, a conveniência, à promoção, a qualidade e a sustentabilidade de alimentos e bebidas em espaços naturais, cultivados e construídos que são influenciados pelo ambiente sociocultural e político e pelos ecossistemas em que estão inseridos (DOWNS et al., 2020). O sistema alimentar reúne todos os elementos (ambiente, pessoas, insumos, processos, infraestruturas, instituições, etc) e atividades que se relacionam com a produção, processamento, distribuição, preparação e consumo de alimentos, bem como os seus impactos socioeconômicos e ambientais (HLPE, 2017).

Em 2008, o modelo ecológico proposto por *Rosenkranz & Dzewaltowski* foi desenvolvido com o objetivo de identificar os determinantes da obesidade infantil a partir da abordagem multicomponentes. Nesse modelo, os ambientes construído, natural, político, econômico e sociocultural são observados como determinantes do

nível macro, sendo que ambos exercem influência nos determinantes do nível micro, relacionados ao domicílio da criança, como por exemplo, a condição socioeconômica e o padrão alimentar familiar. O ambiente alimentar comunitário apresenta-se como parte integrante do ambiente construído, demonstrando que, para construção de políticas de saúde e alimentação efetivas voltadas ao público pediátrico, as dimensões de disponibilidade e acessibilidade aos alimentos devem ser consideradas (ROSENKRANZ; DZEWALTOWSKI, 2008).

Os dados para avaliar a disponibilidade dos estabelecimentos de venda de alimentos podem ser coletados por meio de métodos diretos ou indiretos. Os métodos diretos envolvem auditorias *in loco*, conduzidas por observadores treinados, que avaliam de forma objetiva, todas as estruturas relativas à comercialização de alimentos. Já os métodos indiretos baseiam-se principalmente na utilização de bancos de dados secundários, provenientes de fontes governamentais, administrativas e comerciais (THORNTON; PEARCE; KAVANAGH, 2011). A avaliação do ambiente alimentar comunitário pode ocorrer utilizando-se medidas de proximidade e densidade de estabelecimentos que comercializam alimentos em uma determinada área de influência (JAIME et al., 2011; BALDOCK et al., 2018). Os sistemas de informações geográficas (SIG) permitem avaliar a disponibilidade por meio de medidas como a presença ou densidade (proporção do número de estabelecimentos por habitantes ou área de abrangência em km<sup>2</sup>) em uma unidade administrativa, como, por exemplo, o bairro, setor censitário ou código de endereçamento postal (CEP) (CHARREIRE et al., 2010). Porém, a utilização dessas áreas pré-estabelecidas é considerada limitada, já que muitas vezes não corresponde ao real trajeto percorrido pelos indivíduos, gerando resultados pouco precisos, principalmente para aqueles que residem nas bordas ou limites dessas unidades (OLIVER; SCHUURMAN; HALL, 2007).

Diante disso, o método mais amplamente utilizado consiste na delimitação de uma área de abrangência em torno de um determinado ponto, os quais podem ser tomados em relação a uma residência, escola ou estabelecimento específico, sendo definida como “*buffer*” (CHARREIRE et al., 2010; THORNTON; PEARCE; KAVANAGH, 2011). O *buffer* de rede, ou *buffer* “network”, permite uma avaliação mais precisa, pois considera as interseções e a conectividade entre as malhas de ruas, assim como as reais rotas a serem percorridas pelos indivíduos (CHAIX et al., 2009; CHARREIRE et al., 2010).

A forma de classificação dos tipos de estabelecimentos que comercializam alimentos varia muito entre os países. A maioria dos estudos internacionais, por exemplo, têm avaliado o acesso a restaurantes do tipo *fast food* e lojas de conveniência como marcadores de alimentação não saudável, contudo, é importante considerar outros tipos de estabelecimentos que comercializam AUP como, por exemplo, lanchonetes, bares, pizzarias, sorveterias, etc. Também é comum a utilização dos supermercados como marcadores de aquisição de alimentos mais saudáveis em estudos internacionais, no entanto, no Brasil, esses estabelecimentos são caracterizados como comércios varejistas de produtos alimentícios variados, desde alimentos saudáveis, com melhor preço e qualidade, aos AUP, que em geral possuem baixo preço e pior qualidade nutricional (ASSIS et al., 2019).

Em 2018, o Estudo Técnico “Mapeando Desertos Alimentares no Brasil” da Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional (CAISAN) foi publicado com o objetivo de compreender as dinâmicas sociais e territoriais que influenciam o acesso aos alimentos (CAISAN, 2018). Considerando as categorias de alimentos comercializados segundo o Guia Alimentar para a População Brasileira (BRASIL, 2014), esse estudo propôs a seguinte classificação dos estabelecimentos de vendas de alimentos: (a) Predominantemente saudáveis (*in natura*): estabelecimentos onde a aquisição de alimentos *in natura* ou minimamente processados representa mais de 50% da aquisição total, ou seja, nestes estabelecimentos há uma predominância de aquisição de produtos saudáveis; (b) Predominantemente não saudáveis (ultraprocessados): estabelecimentos onde a aquisição de AUP representa mais de 50% da aquisição total, ou seja, nestes estabelecimentos há uma predominância de aquisição de produtos não saudáveis; (c) Mistos: estabelecimentos onde há predominância de aquisição de preparações culinárias ou produtos processados, ou onde não há predominância de aquisição de alimentos *in natura*/minimamente processados, nem de AUP (CAISAN, 2018).

Segundo Glanz et al. (2005), os estudos que avaliam o ambiente alimentar comunitário e sua relação com os desfechos em saúde são suportados pelo “Princípio do Menor Esforço”, proposto por Zipf (1949), demonstrando que a proximidade espacial aos estabelecimentos de venda de alimentos pode determinar o padrão de compra e conseqüentemente o padrão alimentar dos indivíduos, uma vez que a aquisição de alimentos é primariamente feita nas proximidades da residência. Nesse

sentido, estudos de revisão sistemática apontam para a associação entre o ambiente alimentar comunitário, o consumo alimentar (ENGLER-STRINGER et al., 2014) e a prevalência de obesidade em crianças (XIN et al., 2021; YANG et al., 2021; LI et al., 2021).

Poucos estudos têm investigado a associação entre o ambiente alimentar no entorno dos domicílios com os fatores de risco cardiometabólico na infância. No estudo de *Hsieh et al.* (2014), realizado com crianças e adolescentes norte americanos de 8 a 18 anos, foi encontrada uma associação positiva entre a densidade de restaurantes *fast food* ao redor dos domicílios (*buffer* de 1600 m) e a RI. Em outro estudo realizado com crianças do Reino Unido de 9 a 10 anos, houve uma associação positiva da densidade de estabelecimentos de alimentos não saudáveis (restaurantes *fast food* e lojas de conveniência), e negativa da densidade de estabelecimentos de alimentos saudáveis (supermercados e hortifrutis) no entorno residencial (*buffer* de 800 m), com o perímetro da cintura (PC) e o percentual de gordura corporal (JENNINGS et al., 2011). *Dengel et al.* (2009) verificaram uma associação negativa entre a distância da residência até a loja de conveniência mais próxima e a SM em crianças e adolescentes norte americanos de 10 a 16 anos.

No entanto, nem sempre a vizinhança representa o local de maior impacto nas escolhas alimentares. O “espaço ativo”, definido como os locais frequentados por um indivíduo para a realização de atividades de rotina ou obrigatórias (como local de trabalho e estudos) (THORNTON; PEARCE; KAVANAGH, 2011), pode exercer maior influência no padrão alimentar infantil, tornando relevante a realização de estudos que avaliem o ambiente alimentar comunitário no entorno de escolas.

O ambiente alimentar escolar pode influenciar as escolhas alimentares das crianças e dos adolescentes já que este é um local frequentado por eles na maioria dos dias do ano, onde passam um tempo considerável do seu dia. Define-se como ambiente alimentar escolar como os espaços, a infraestrutura e as condições dentro e fora das escolas, nos quais os alimentos estão disponíveis e são comprados e consumidos, como as cantinas, lanchonetes, máquinas de autosserviço, vendedores ambulantes e qualquer instalação em que há venda de alimentos (FAO, 2019).

Nos modelos propostos por *Said et al.* (2019) e *Díez et al.* (2022) para identificar os determinantes da obesidade infantil, o ambiente alimentar no contexto escolar é abordado como um dos principais elementos que influenciam os comportamentos

relacionados à alimentação e prática de atividade física, e conseqüentemente, o ganho excessivo de peso em crianças. Estudos mostram que os estabelecimentos de venda de alimentos, em especial aqueles que comercializam alimentos de baixo custo e alta densidade energética, costumam estar localizados próximos às escolas, fazendo com que os escolares fiquem mais propensos a comprar os alimentos destes locais (HE et al., 2012; SELISKE et al., 2012; SMITH et al., 2013). Estudos realizados no Brasil observaram que, de modo geral, a maior exposição ao ambiente alimentar não saudável no território das escolas pode influenciar o consumo alimentar e, conseqüentemente, as condições de saúde dos escolares (LEITE et al., 2012, DO CARMO et al., 2018; ASSIS et al., 2019).

Um estudo realizado em Belo Horizonte, MG, encontrou que os estabelecimentos de alimentos mais disponíveis no entorno das escolas (*buffer* de 250 m) foram as lanchonetes, bares e restaurantes, e que a maioria das escolas estava localizada em pântanos alimentares, ou seja, vizinhanças com alta concentração de estabelecimentos que comercializam alimentos não saudáveis em relação aos saudáveis (DA COSTA PERES et al., 2021). No estudo de Novaes (2018) foi demonstrado que em Viçosa, MG, a distância da escola para o estabelecimento predominantemente não saudável mais próximo foi quase 3 vezes menor quando comparada a distância até os estabelecimentos predominantemente saudáveis, facilitando o acesso das crianças aos AUP.

A associação entre o ambiente alimentar no entorno das escolas e o excesso de peso em crianças tem sido investigada. Um estudo com crianças e adolescentes de 7 a 14 anos da cidade de Juiz de Fora, MG, demonstrou uma associação negativa entre a densidade de supermercados e hipermercados nas regiões urbanas das escolas (unidades de análise) a prevalência de obesidade (ASSIS et al., 2019). A pesquisa de Gardone (2019) demonstrou que, em Viçosa, MG, a presença de estabelecimentos predominantemente não saudáveis no entorno das escolas (*buffer* de 200 m) aumentou a chance de obesidade em crianças de 8 e 9 anos provenientes do estudo PASE.

Até o momento, não foram identificados estudos brasileiros que investigaram a relação entre o ambiente alimentar no entorno das escolas e os fatores de risco cardiometabólico em crianças. *Chiang* et al. (2011) encontraram associação positiva entre a densidade de restaurantes *fast food* ao redor das escolas (*buffer* de 500 m) e

o PC de meninos chineses de 6 a 13 anos. Um estudo de coorte realizado com crianças e adolescentes norte americanos de 8 a 13 anos encontrou associação negativa entre a densidade de estabelecimentos de venda de alimentos saudáveis no entorno da escola (*buffer* de 100 m) e o PC (ROSSEN et al., 2013). Em outra coorte com crianças e adolescentes britânicos de 7 a 11 anos, houve associação positiva entre a densidade de restaurantes *fast food* ao longo da rota para a escola (*buffer* de 500 m) e o PC (GREEN et al., 2018).

A criação de ambientes alimentares que propiciem uma alimentação mais nutritiva e saudável para as crianças tem sido considerada como uma medida fundamental para o controle da obesidade infantil em todo o mundo (UNICEF, 2019). A escassez de evidências encontradas demonstra a necessidade de se investigar a relação do ambiente obesogênico e leptogênico com o risco cardiometabólico em países em desenvolvimento, que apresentam distintos processos de urbanização quando comparados aos países desenvolvidos. Com essas evidências, torna-se possível o planejamento de políticas públicas voltadas para a regulação da venda de AUP nos estabelecimentos de venda de alimentos, assim como para o incentivo à instalação de estabelecimentos de venda de alimentos saudáveis no entorno das escolas e dos domicílios.

### **2.3.1.2 Ambiente para prática de atividade física e caminhabilidade**

Além do ambiente alimentar, pesquisadores têm ampliado seu enfoque para as características do ambiente construído que agem como barreiras ou facilitadores para a prática de AF e sua influência sobre o excesso de peso (BENNETT et al., 2007; FOSTER; GILES-CORTI, 2008; HINO et al., 2011). Estudos realizados em cidades de grande porte brasileiras apontam que a presença de locais públicos e privados para a prática de AF associou-se a menor chance de obesidade em adultos (JAIME et al, 2011; VELÁSQUEZ-MELÉNDEZ; MENDES; PROENÇA PADEZ, 2013; MATOZINHOS et al., 2015). No Estudo Longitudinal de Saúde do Adulto – ELSA Brasil, indivíduos que residiam em regiões da cidade de Belo Horizonte, MG, com mais áreas verdes (árvores nas ruas, praças, parques e canteiros) apresentaram menor chance de obesidade, excesso de adiposidade central e concentrações baixas de HDL-c (ALMEIDA et al., 2021). Resultados semelhantes também podem ser

observados em cidades de pequeno porte. Em um estudo realizado na cidade de Viçosa, MG, verificou-se associação negativa entre a densidade de espaços públicos e privados para prática de AF (praças, academias ao ar livre, *campus* universitário, clubes e academias) no entorno dos domicílios e a prevalência de obesidade em adultos (SILVA, F.M.O. et al., 2019).

Em crianças, a maior disponibilidade e acesso aos parques e instalações recreativas em espaços abertos para prática de AF associam-se a menores prevalências de obesidade (WOLCH et al., 2011; HUGHEY et al., 2017; SAELENS et al., 2018). Um estudo de revisão demonstrou que o acesso facilitado aos espaços verdes estimula a prática de AF e de atividades recreativas, a redução do tempo de tela e, conseqüentemente, a diminuição do IMC em crianças (JIA et al., 2021a). No entanto, cabe ressaltar que nem sempre a presença por si só determinará o uso de tais locais, uma vez que estruturas precárias e criminalidade são fatores que podem constituir-se como barreiras à sua utilização (COHEN et al., 2016). Segundo a Sociedade Brasileira de Pediatria, brincar ao ar livre e interagir com a natureza traz diversos benefícios à saúde das crianças e adolescentes, e, para isso, o poder público deve garantir que todas tenham acesso a áreas naturais, seguras e bem mantidas, a uma distância inferior a 2 km de suas residências (SBP, 2019).

Em crianças portuguesas de 7 anos, a maior disponibilidade e acessibilidade aos espaços verdes no entorno das escolas (presença no *buffer* de 400 e 800 m e menor distância) foi associada ao menor risco cardiometabólico (RIBEIRO et al., 2019). Além disso, dois estudos realizados com crianças e adolescentes de 8 a 18 anos da Espanha encontraram que a presença de parques no entorno da vizinhança foi associada a uma menor RI (*buffer* de 3.200 m) (HSIEH et al., 2014) e ao menor percentual de gordura corporal em meninas (*buffer* de 800 m) (HSIEH et al., 2015).

Medidas relativas à presença e a qualidade das instalações para pedestres, condições das vias, ao uso misto do solo, ao apoio da comunidade, segurança e conforto para caminhar, à localização relativa dos destinos comuns e à qualidade das conexões entre eles, além da densidade residencial e populacional são utilizadas para avaliar o índice de caminhabilidade na vizinhança, que estima o quão propícia é uma área para o deslocamento à pé ou de bicicleta (HANDY et al., 2002; DOYLE et al., 2006; TALEN; KOSCHINSKY, 2013; CARLSON et al., 2016; BARROS; MARTÍNEZ; VIEGAS, 2017). Em regiões com maior densidade residencial, o tráfego tende a ser

mais intenso, o que pode estimular o deslocamento ativo e a caminhabilidade na vizinhança (FORSYTH et al., 2007). O uso misto do solo permite avaliar se a proporção destinada às áreas residenciais, parques e áreas comerciais nos centros urbanos favorece o deslocamento ativo (FORSYTH, 2007). As condições de infraestrutura das vias refletem a facilidade de deslocamento dos pedestres e de acesso aos locais públicos para a prática de AF (SAELENS, SALLIS; FRANK, 2003).

Nesse sentido, um maior índice de caminhabilidade na vizinhança pode ser um fator motivador para adoção de formas de deslocamento ativo, a fim de reduzir o comportamento sedentário e o excesso de peso na população. Um estudo realizado com a população idosa de Viçosa, MG, identificou que os conglomerados urbanos de alta prevalência de obesidade apresentaram maior densidade populacional, comercial e residencial, menor proporção de ruas com declividade acessível, menor presença de árvores e de calçadas e menor conectividade de ruas (VEGI, 2019).

Em crianças, além de aumentar a percepção de segurança no trânsito, as caminhadas regulares podem gerar maior engajamento social (COLLINS; KEARNS, 2005). Além disso, ao proporcionar a mobilidade ativa, a maior caminhabilidade na vizinhança reduz o comportamento sedentário na infância. Estudo realizado com crianças australianas de 8 a 14 anos, demonstrou que residir em áreas com maior caminhabilidade, em comparação com áreas dependentes de carro, foi positivamente associado ao nível de AF (CHALIKAVADA et al., 2021). Além disso, estudos de revisão sistemática e metanálise demonstraram haver evidências que associaram positivamente a maior conectividade das ruas (JIA et al., 2021b), densidade residencial (ZOU et al., 2020) e a presença de calçadas (WEI et al., 2021) à prática de AF em crianças.

Em estudos internacionais, a caminhabilidade tem sido associada à adiposidade corporal em crianças. Um estudo realizado com crianças e adolescentes americanos de 4 a 18 anos, observou que, àqueles que viviam em vizinhanças com poucos espaços públicos para recreação, menor conectividade das ruas e densidade residencial, e piores condições de calçamento, apresentaram maiores valores de IMC (DUNCAN et al., 2014). Em um estudo longitudinal realizado com crianças canadenses de 8 a 10 anos, as melhores condições de trânsito para os pedestres (como faixas de travessia, semáforos, calçadas) foram associadas à uma redução do IMC e da relação cintura-estatura (RCE) após dois anos de acompanhamento, efeito

observado principalmente em áreas com maior densidade residencial (GHENADENIK et al., 2018). Após 8 anos de acompanhamento, crianças do mesmo estudo que residiam em bairros com moderada caminhabilidade e baixa segurança no trânsito apresentaram maiores valores de IMC e PC (BARNETT et al., 2021).

Diante disso, a realização de estudos com essa temática torna-se importante, à medida que a criação e conservação de espaços públicos para a prática de AF e uma adequada infraestrutura de vias públicas que promova a maior mobilidade possam contribuir para a redução do risco cardiometabólico infantil ao promoverem um maior gasto energético.

### **2.3.2 Ambiente social**

O ambiente social é caracterizado por diferentes aspectos como moradia, segurança, renda, redes sociais de apoio, acesso a serviços de saúde, relações raciais, condição socioeconômica, desigualdade social, entre outros (BARNETT; CASPER, 2001). Ambientes carentes de recursos e infraestrutura estão associados a riscos comportamentais que compreendem uma alimentação inadequada, inatividade física e uma maior prevalência de sobrepeso e obesidade (SALLIS; GLANZ, 2009; CETATEANU; JONES, 2014). Vizinhanças com piores condições socioeconômicas apresentam oferta desigual de serviços quando comparadas às vizinhanças de melhor renda e com maior disponibilidade de recursos materiais e sociais. A baixa densidade de determinados comércios nesses locais pode ocorrer devido à precária infraestrutura urbana e às maiores taxas de violência, inibindo a instalação de alguns estabelecimentos na vizinhança (MAGUIRE; BURGOINE; MOSIVAIS, 2015).

Moradores de áreas com menor renda podem não ter condições financeiras para se deslocar até estabelecimentos de venda de alimentos que estejam distantes do seu ambiente residencial e, por essa razão, acabam realizando suas compras em locais mais próximos do domicílio, onde os preços podem ser mais elevados com oferta escassa de alimentos frescos, variados e de boa qualidade (HENDRICKSON; SMITH; EIKENBERRY, 2006; WALKER; KEANE; BURKE, 2010). Estudos internacionais têm demonstrado que regiões com piores condições socioeconômicas apresentaram menor disponibilidade e variedade de estabelecimentos comerciais de

venda de alimentos saudáveis e maior exposição à venda dos alimentos não saudáveis (CUMMINS et al., 2010; DREWNOWSKI et al., 2014).

Resultados semelhantes são observados em estudos brasileiros. Em Belo Horizonte, MG, uma pesquisa demonstrou que tanto a distribuição de estabelecimentos de comércio de alimentos, quanto o consumo de frutas e hortaliças por adultos, eram maiores nas áreas de maior renda (PESSOA et al., 2015). Um estudo conduzido na cidade de Juiz de Fora, MG, demonstrou que os estabelecimentos comerciais de venda de alimentos estavam mais concentrados em regiões com melhores condições socioeconômicas, e esses estabelecimentos ofereciam alimentos saudáveis com maior variedade e qualidade (LEITE et al., 2019). Em Viçosa, MG, o número médio de estabelecimentos de venda de alimentos aumentou de acordo com a renda média per capita do setor censitário, independentemente da categoria do estabelecimento (*in natura*/minimamente processado, misto ou ultraprocessado). Além disso, houve uma maior concentração de todas as categorias de estabelecimentos comerciais de vendas de alimentos no centro da cidade, caracterizado por ser uma região de maior renda, e, nos setores censitários periféricos e de menor renda, foi identificada uma menor concentração de estabelecimentos com venda predominante de alimentos *in natura*/minimamente processados (ALMEIDA et al., 2021).

Nesse sentido, a relação entre a condição socioeconômica e a obesidade em crianças tem sido investigada. O estudo realizado por Assis et al. (2019) encontrou que crianças e adolescentes de 7 a 14 anos que residem em regiões com piores condições socioeconômicas na cidade Juiz de Fora, MG, apresentam maior risco de obesidade. Resultado também encontrado na pesquisa de Cremm (2011), que avaliou crianças menores de 10 anos da cidade de Santos, SP, e encontrou que, àquelas que residiam em bairros com menor renda, apresentaram maiores chances de obesidade. Estudos de coorte internacionais realizados com crianças e adolescentes também encontraram associação positiva entre as piores condições socioeconômicas da vizinhança e o risco de obesidade (OLIVER; HAYES, 2008; GOSE et al., 2013; ALVARADO, 2016).

Poucos estudos avaliaram a associação entre a condição socioeconômica da vizinhança e o risco cardiometabólico em crianças. Um estudo realizado com adolescentes de 14 a 18 anos da Espanha observou que, àqueles que residiam em

bairros com pior condição socioeconômica, passavam mais tempo assistindo TV e apresentavam maior percentual de gordura corporal (MOLINA-GARCIA et al., 2017). Em outro estudo realizado com crianças de 9 e 10 anos do Reino Unido, os maiores valores de PC foram encontrados para àquelas que viviam em áreas de menor renda (NOONAN et al., 2016).

Estudos sugerem que regiões caracterizadas por infraestrutura precária e altas taxas de criminalidade podem impedir o estabelecimento de comércios e estruturas voltadas para um estilo de vida saudável, influenciando o perfil de saúde dos residentes (WALKER; KEANE; BURKE, 2010; MAGUIRE; BURGOINE; MONSIVAIS, 2015). Além disso, em crianças e adolescentes, a criminalidade e a ocorrência de acidentes de trânsito podem causar uma percepção de insegurança nos pais e/ou responsáveis, reduzindo a frequência da realização de AF e/ou recreativas ao ar livre e formas de deslocamento ativas (LANGE et al., 2011; LAROCHE et al., 2014; TUNG et al., 2016).

Um estudo de revisão sistemática concluiu que o nível de percepção dos pais sobre a segurança no bairro e a preocupação com a criminalidade e o tráfego intenso são fatores que possuem maior influência na mobilidade independente de seus filhos, quando comparado ao ambiente construído (MARZI; DEMETRIOU; REIMERS, 2018). A falta de independência para o deslocamento ativo e brincadeiras ao ar livre pode levar a uma redução do nível de AF e conseqüentemente ao ganho excessivo de peso em crianças. Em uma coorte realizada com crianças e adolescentes norte americanos de 10 a 18 anos, foi demonstrado que o tráfego intenso aumentou o risco de obesidade nas meninas (JERRET et al., 2010).

A associação entre a criminalidade, a prática de AF e obesidade em crianças também tem sido investigada. Uma metanálise com estudos prospectivos revelou que viver em bairros inseguros favoreceu um aumento no IMC e a uma redução do tempo dedicado às atividades físicas por crianças (AN et al., 2017). Em um estudo de intervenção realizado, crianças norte americanas de 6 a 10 anos foram estimuladas a praticar AF, tendo o seu nível monitorado (número de passos diário). Àquelas que viviam em bairros com baixa criminalidade apresentaram aumento do número de passos diários ( $5.275 \pm 1.040$ ), comparando-se àquelas que vivem em bairros com alta criminalidade ( $1.118 \pm 1.007$ ) (valor  $p$  de diferença entre T0 e T1 = 0.046) (BROYLES et al., 2016). Outro estudo com crianças e adolescentes norte americanos

de 5 a 16 anos encontrou associação positiva entre crimes violentos no entorno dos domicílios e o IMC (THEALL et al., 2019).

O efeito positivo da presença de locais para prática de AF próximo às residências pode ser dependente da taxa de criminalidade na região. Um estudo de coorte realizado com crianças e adolescentes norte americanos de 3 a 16 anos encontrou associação positiva entre a presença de locais para caminhadas próximos às residências e menores valores de IMC. No entanto, as reduções significativas ocorreram apenas em áreas de baixa criminalidade (SANDY et al., 2013).

Portanto, é necessário que o ambiente em que a criança esteja inserida seja seguro para a prática de AF e tenha condições de proporcionar um comércio desenvolvido, com opções variadas de alimentos saudáveis, contribuindo para o menor risco cardiometabólico das crianças e de suas famílias.

### 3 JUSTIFICATIVA

Nos últimos anos, a crescente prevalência de obesidade infantil levou ao desenvolvimento de pesquisas que investigassem fatores que extrapolam os comportamentos individuais, e que estão relacionados ao contexto ambiental no qual as crianças interagem com a família, escola e a comunidade. Desde então, muitos aspectos da estrutura urbana das cidades têm sido considerados fatores determinantes para a adoção de padrões de alimentação não saudável e de estilo de vida sedentário em crianças. Entretanto, as evidências mais consistentes das relações entre os determinantes ambientais, comportamento alimentar, prática de AF e estado nutricional de crianças são provenientes de estudos realizados em países desenvolvidos e com características do ambiente urbano diferentes da realidade brasileira.

Os hábitos de vida na infância são, com frequência, reflexos do meio social e do ambiente físico em que estão inseridas. Crianças que frequentam escolas ou residem em regiões com grande concentração de estabelecimentos de venda de alimentos não saudáveis e infraestrutura precária para prática de caminhadas, AF e lazer ao ar livre, além de altas taxas de acidentes de trânsito, estão expostas a um ambiente obesogênico, que incentiva o consumo de AUP e um comportamento sedentário. Além disso, crianças que vivem em comunidades de baixa renda e com altos níveis de insegurança devido à criminalidade estão em maior risco cardiometabólico, devido a acesso limitado a estabelecimentos de venda de alimentos saudáveis, redução da mobilidade ativa e de prática de atividades de lazer em espaços públicos.

O consumo excessivo de AUP resulta em um crescente e preocupante aumento do risco cardiometabólico na infância. Além disso, o estado nutricional dos pais tem fundamental influência no estado nutricional infantil, determinando os hábitos alimentares e o estilo de vida das crianças. Assim, a constatação de que a coexistência dos fatores de risco cardiometabólico pode ter sua origem na infância, configura a necessidade de que seus determinantes sejam amplamente investigados, sendo fundamental a realização de pesquisas com amostras representativas da população infantil.

Vale destacar que, apesar do interesse por estudos relativos a ambiente e saúde ter aumentado nos últimos anos, nenhum estudo de revisão sistemática publicado até o momento reuniu informações sobre a relação do ambiente alimentar comunitário com o risco cardiometabólico. Assim, torna-se necessário analisar de forma sistematizada as pesquisas disponíveis e fornecer evidências mais robustas que possam contribuir para o entendimento de como a exposição ao ambiente alimentar comunitário está relacionada com o risco cardiometabólico, fornecendo embasamento teórico para as demais dimensões ambientais investigadas neste trabalho.

Além disso, ainda não foi investigada a influência simultânea do ambiente obesogênico e leptogênico sobre o agrupamento dos fatores de risco cardiometabólico na infância. Como os fatores ambientais são complexos e interagem de várias maneiras, considerar o impacto potencial da presença combinada de uma variedade de características contextuais, ao invés de tentar isolar a contribuição potencial de cada variável, é essencial para o entendimento dessa relação. Compreender como o ambiente influencia o risco cardiometabólico pode auxiliar no processo de elaboração das políticas públicas de saúde e de planejamento urbano sobre a condição nutricional e epidemiológica da população infantil.

Diante do exposto, as hipóteses deste estudo são:

- O ambiente alimentar comunitário não saudável está positivamente associado ao risco cardiometabólico, e o ambiente alimentar comunitário saudável, negativamente associado (Artigo de revisão sistemática).
- Crianças que residem em domicílios cujo entorno é caracterizado como obesogênico e leptogênico apresentam, respectivamente, um maior e menor risco cardiometabólico (Artigo original 1).
- O consumo de alimentos ultraprocessados e o IMC da mãe atuam como mediadores da relação do ambiente obesogênico e leptogênico com o risco cardiometabólico das crianças (Artigo original 1).
- Crianças que estudam em escolas cujo entorno é caracterizado como obesogênico e leptogênico apresentam, respectivamente, um maior e menor risco cardiometabólico (Artigo original 2).

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo geral**

Analisar a associação do ambiente obesogênico e leptogênico no entorno dos domicílios e das escolas com o risco cardiometabólico em crianças.

### **4.2 Objetivos específicos**

- Revisar a literatura e analisar as evidências sobre a associação entre o ambiente alimentar comunitário e o risco cardiometabólico (Artigo de revisão sistemática);
- Avaliar a associação do ambiente obesogênico e leptogênico no entorno dos domicílios com o risco cardiometabólico das crianças, considerando o papel mediador do consumo de alimentos ultraprocessados e do IMC da mãe nesta relação (Artigo original 1);
- Avaliar a associação do ambiente obesogênico e leptogênico no entorno das escolas com o risco cardiometabólico das crianças (Artigo original 2).

## 5 METODOLOGIA DA REVISÃO SISTEMÁTICA

A revisão sistemática foi relatada de acordo com as recomendações do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (PAGE et al., 2021) e planejada com o objetivo de responder a seguinte questão de pesquisa: “Existe uma associação longitudinal entre o ambiente alimentar comunitário e os componentes da SM?”, definida de acordo com a estratégia PICOS, um método estruturado que define a população (*Population*), a intervenção/exposição (*Intervention/Exposure*), o comparador (*Comparator*), os resultados (*Outcomes*) e os desenhos de estudos (*Study designs*) a serem investigados (CRD, 2020).

A estratégia de busca dos artigos incluiu pesquisas nas bases eletrônicas Medline, Scopus, Embase, Web of Science, PubMed, Scielo e Lilacs, sem restrições de idiomas ou período de publicação. A identificação e a seleção dos artigos em todas as bases de dados foram feitas simultaneamente por dois pesquisadores durante os meses de fevereiro e junho de 2021. As palavras-chave utilizadas foram consultadas nas bases indexadas *Medical Subject Headings* (MeSH) e *Embase subject headings* (Emtree). A seguinte combinação dos descritores com os operadores booleanos representados pelos termos conectores OR e AND foi utilizada como estratégia de busca dos artigos: (“food environment” OR “food retail” OR “food store” OR “food outlet” OR “fast food” OR “restaurant” OR “supermarket” OR “grocery store” OR “convenience store” OR “neighborhood”) AND (“cardiometabolic risk” OR “cardiovascular risk factors” OR “metabolic syndrome” OR “waist circumference” OR “blood pressure” OR “hypertension” OR “insulin resistance” OR “diabetes mellitus” OR “glucose” OR “insulin” OR “cholesterol” OR “triglycerides” OR “dyslipidemias”).

Os seguintes critérios de elegibilidade foram aplicados para inclusão dos estudos na revisão: estudos de coorte, intervenção ou ensaios comunitários que investigaram a associação do ambiente alimentar comunitário (avaliado de forma objetiva) com os componentes da SM (avaliados de forma objetiva ou auto-relatados), como perímetro da cintura, relação cintura-quadril, relação cintura-estatura, pressão arterial sistólica e diastólica, lipoproteína de alta densidade de colesterol, lipoproteína de baixa densidade de colesterol, colesterol total, triglicerídeos, glicemia e insulina de jejum, índice HOMA-IR e/ou hemoglobina glicada.

Definiu-se como critérios de não inclusão: os estudos que avaliaram indivíduos com manifestação clínica de DCV ou que apresentaram diagnóstico prévio de hipertensão e/ou diabetes; incidência de desfechos cardíacos; mulheres grávidas; experimentos conduzidos em animais ou *in vitro*; artigos que não atendiam aos critérios de inclusão (associação do ambiente alimentar comunitário com outros fatores de risco, ou aqueles que avaliaram outras características ambientais); estudos ecológicos e transversais (que não permitem o estabelecimento de temporalidade) e estudos qualitativos; artigos de revisão; seções de livros; atas de conferências; editoriais; cartas ao editor; cartas-resposta; notas; comentários; monografias, teses, dissertações; publicações cujo resumo e texto completo não estavam disponíveis; duplicatas.

A identificação e a seleção dos artigos nas bases de dados foram feitas por dois pesquisadores de forma independente e sistemática, que fizeram a identificação inicial pelos títulos das publicações encontradas pelos descritores e, posteriormente, pelos resumos obtidos por busca eletrônica. Após a seleção das publicações pelos títulos e resumos, uma nova avaliação foi feita pelos dois pesquisadores, que determinaram de forma consensual os estudos a serem lidos na íntegra e incluídos na revisão.

A qualidade dos estudos longitudinais incluídos foi avaliada por meio da escala *Newcastle-Ottawa* (WELLS et al., 2021). Esta escala é uma ferramenta de avaliação crítica da seleção, exposição, desfecho e comparabilidade dos estudos. No caso de discrepâncias dos resultados dos estudos selecionados ou da avaliação crítica de qualidade dos mesmos, a opinião de um terceiro avaliador foi solicitada. O percentual de concordância entre os investigadores foi calculado para avaliar a confiabilidade da seleção de artigos de acordo com seu título e resumo.

## **6 METODOLOGIA GERAL**

### **6.1 Características do estudo**

O presente estudo possui dados provenientes de dois projetos maiores, intitulados: 1) “Vitamina D na infância: ingestão, nível sérico e associação com fatores de risco cardiovasculares” (ANEXO A), proveniente da Pesquisa de Avaliação da Saúde do Escolar (PASE) e 2) “Levantamento de dados do ambiente construído da zona urbana de Viçosa, MG” (ANEXO B), contendo informações de todas as escolas urbanas públicas e privadas, ambiente construído e social da área urbana de Viçosa, MG.

### **6.2 Pesquisa de Avaliação da Saúde do Escolar (PASE)**

#### **6.2.1 Delineamento e local do estudo**

Trata-se de um estudo transversal com amostra representativa de crianças de 8 e 9 anos matriculadas em todas as escolas públicas e privadas da área urbana do município de Viçosa, MG, realizado no período de maio a dezembro de 2015.

O município de Viçosa está localizado na Zona da Mata Mineira e inserido no Planalto de Viçosa, que compreende uma área deprimida entre o Planalto do Alto Rio Grande, na Serra da Mantiqueira, e prolongamentos da Serra de Caparaó (PREFEITURA MUNICIPAL DE VIÇOSA, 2013). Atualmente, o município é formado por quatro distritos: sede, Silvestre, São José do Triunfo e Cachoeira de Santa Cruz (PREFEITURA MUNICIPAL DE VIÇOSA, 2013).

Viçosa está localizada no meio de um vale montanhoso, e, por isso, possui um relevo predominantemente acidentado. A altitude do centro da cidade, do distrito de São José do Triunfo e de Cachoeira de Santa Cruz é de 649, 674 e 703 metros acima do nível do mar, respectivamente (MAGALHÃES et al., 2012). De acordo com a classificação climática de *Köppen-Geiger*, o clima da região é tropical de altitude, com verão chuvoso e temperaturas amenas (PREFEITURA MUNICIPAL DE VIÇOSA, 2013). Viçosa caracteriza-se por ser uma cidade universitária que tem como principal

atividade econômica os comércios e serviços, destacando o papel do setor terciário (PEREIRA, 2005).

De acordo com o Censo 2010, o município apresenta uma extensão territorial de 299,4 km<sup>2</sup> e 72.220 habitantes, sendo que 93,2% da população reside na área urbana. Ainda, apresenta um Produto Interno Bruto (PIB) per capita de R\$ 9.597,00 e um alto Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) (0,775), superior ao índice estadual e nacional (0,731 e 0,755, respectivamente) (IBGE, 2010a). Em 2014, Viçosa possuía uma população de, aproximadamente, 1.600 crianças na faixa etária de 8 e 9 anos, matriculadas em todas as escolas da área urbana (INEP, 2014).

### **6.2.2 Casuística**

A coleta de dados ocorreu em 2015, época em que o município de Viçosa contava com 24 escolas (17 públicas e 7 privadas) que atendiam crianças de 8 e 9 anos, localizadas na área urbana. Após a pesquisa de campo, os pesquisadores verificaram que o número real de crianças nessa faixa etária efetivamente matriculadas em todas as escolas foi de 1.464 crianças (APÊNDICE A).

A partir desse universo, crianças matriculadas no 3º e 4º ano do ensino fundamental (8 e 9 anos) foram selecionadas aleatoriamente em todas as escolas urbanas do município de Viçosa.

A faixa etária do presente estudo foi escolhida devido a homogeneidade das características fisiológicas e de maturação sexual das crianças nessa fase, conferindo menor interferência destes fatores no padrão de adiposidade corporal (BENEDET et al., 2014).

Os seguintes critérios de não-inclusão deste estudo foram definidos como: o uso de medicamentos ou algum problema de saúde da criança que alterasse o consumo alimentar, estado nutricional, composição corporal, perfil lipídico, pressão arterial e metabolismo glicídico; crianças com deficiência física, cognitiva ou múltipla; a não realização do contato telefônico com os pais ou responsável após três tentativas; crianças cujos responsáveis não assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE B).

### 6.2.3 Plano de amostragem

#### 6.2.3.1 Cálculo do tamanho amostral

A partir do número total de crianças com 8 e 9 anos matriculadas nas escolas, foi realizado o cálculo do tamanho amostral com auxílio do *software* Open Epi (Versão 3.03). Foram adotados cinco parâmetros para o cálculo, totalizando uma amostra mínima de 366 crianças:

- (1) População total de crianças com 8 e 9 anos de idade, matriculadas no ano de 2015, nas escolas públicas e privadas da área urbana do município de Viçosa, Minas Gerais (N=1.464 crianças).
- (2) Prevalência de 50% para desfechos múltiplos;
- (3) Erro tolerável de 5%;
- (4) Nível de confiança de 95%;
- (5) Acréscimo de 10% de perdas na coleta e 10% de fatores de confusão.

A amostra final foi composta por 378 crianças.

#### 6.2.3.2 Processo de amostragem

O processo de amostragem dos indivíduos foi realizado em duas etapas:

Primeira etapa: Amostragem casual estratificada - O número de crianças a serem selecionadas em cada escola foi proporcional ao total de alunos existentes em cada uma, de acordo com a fórmula (TORRES; MAGNANINI; LUIZ, 2009):

$$n_A = \frac{n \times N_A}{N}$$

$n_A$  = tamanho da amostra na escola A

$n$  = tamanho da amostra calculado

$N_A$  = número de alunos de 8 e 9 anos na escola A

$N$  = total de alunos das escolas da cidade de Viçosa

Segunda etapa: Utilizando-se uma tabela de números aleatórios, a seleção dos alunos na escola foi realizada por sorteio, até completar o total de alunos necessários das 24 escolas urbanas de Viçosa.

#### **6.2.4 Treinamento da equipe e calibração**

Antes da coleta de dados, todos os membros da equipe receberam treinamento para a padronização da aplicação dos questionários, dos inquéritos alimentares e das medidas antropométricas.

Foram necessários cinco encontros para este treinamento. No primeiro, realizou-se a leitura do questionário e discutiu-se uma forma padronizada para aplicá-lo às crianças e seus pais. No segundo encontro, os pesquisadores discutiram a estrutura do inquérito alimentar, a utilização do álbum fotográfico e como investigariam o consumo alimentar dos participantes.

Nos outros três encontros, ocorreu o treinamento de aferições das medidas antropométricas. Todos os membros da equipe PASE realizaram a aferição das medidas de peso, estatura e perímetro da cintura em voluntários adultos. As medidas ocorreram em triplicata, sendo a segunda e a terceira realizadas somente após a finalização da primeira. Uma pessoa externa ao treinamento anotava os valores obtidos sem que o avaliador tivesse acesso. Posteriormente, os dados obtidos das medidas antropométricas foram tabulados em uma planilha do *Microsoft Office Excel* (2013). Para a avaliação da reprodutibilidade das medidas entre os avaliadores, o Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI) foi calculado no programa SPSS versão 20.0. O membro da equipe com mais experiência em antropometria foi adotado como referência, e, os demais, foram comparados a este. Àquele que apresentou maior CCI foi selecionado para realizar as aferições antropométricas do estudo.

#### **6.2.5 Estudo piloto**

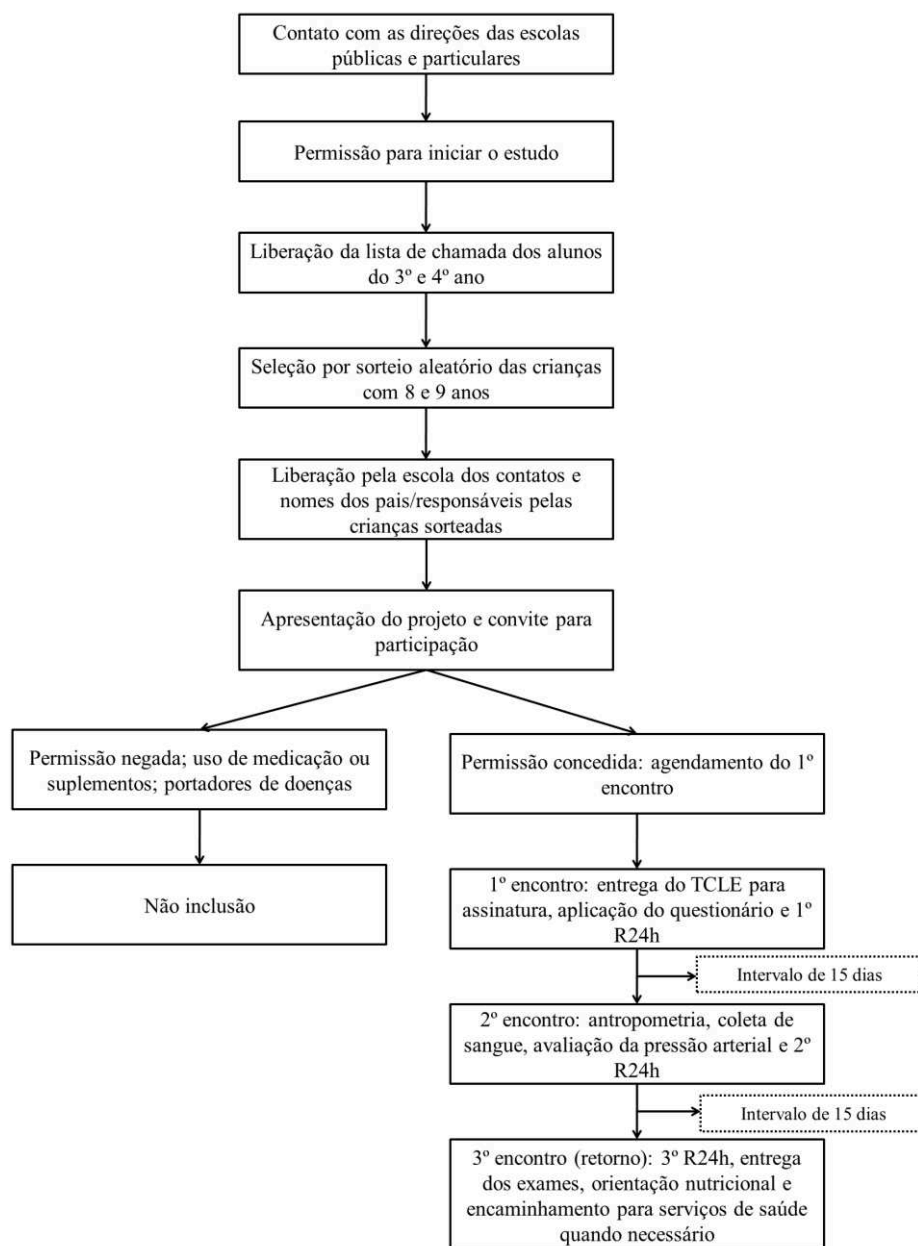
Para testar a aplicação dos questionários, das medidas antropométricas e dos inquéritos alimentares, foi realizado um estudo piloto no Centro Municipal de Educação Doutor Januário de Andrade Fontes, Viçosa, MG. Nesse estudo piloto, foram selecionadas 38 crianças de mesma faixa etária (8 e 9 anos) correspondendo

a 10% do total da amostra calculada. As selecionadas para o estudo piloto não foram incluídas na amostra final.

### **6.2.6 Coleta de dados**

A coleta de dados foi realizada por nutricionistas treinados em três encontros ocorridos na Universidade Federal de Viçosa. No primeiro, foi aplicado o primeiro recordatório alimentar de 24 horas (R24H) (APÊNDICE C) e o questionário semiestruturado com questões relativas aos dados sociodemográficos das crianças e de seus responsáveis (APÊNDICE D). No encontro posterior, realizado após um intervalo de 15 dias, foram realizadas a avaliação antropométrica e da pressão arterial, coleta de sangue e a aplicação do segundo R24H. No terceiro encontro, após mais um intervalo de 15 dias, foi aplicado o terceiro R24H e realizado o retorno com a entrega dos resultados das avaliações e das respectivas orientações nutricionais para os pais e as crianças. As que apresentaram alterações nos exames e na composição corporal foram encaminhadas para os serviços públicos de saúde. Para melhor compreensão das etapas, na Figura 2 é apresentado o esquema da coleta de dados.

**Figura 2** - Representação esquemática do recrutamento, seleção e coleta de dados dos participantes do estudo PASE. Viçosa, MG, 2015.



Fonte: elaborado pela autora.

## **6.2.7 Variáveis de estudo**

### **6.2.7.1 Características sociodemográficas da criança**

A avaliação das características sociodemográficas foi realizada por meio do questionário semi-estruturado padronizado, pré-codificado e pré-testado em estudo piloto pelos pesquisadores (APÊNDICE D).

As variáveis sociodemográficas avaliadas foram: sexo, idade, escolaridade materna, renda per capita e se recebia benefício de algum programa governamental.

### **6.2.7.2 Avaliação do consumo de alimentos ultraprocessados pela criança**

A avaliação do consumo de alimentos ultraprocessados foi realizada por meio da aplicação de três recordatórios alimentares de 24 horas (R24h) em dias não consecutivos, incluindo um dia de fim de semana. A presença da criança e do principal responsável pela sua alimentação foi solicitada. Para aquelas que consumiam parte da alimentação na escola, os pesquisadores coletavam as informações nas escolas e, posteriormente, confirmavam com a família. Em situações em que as crianças costumavam levar lanches de casa para a escola, os pais foram questionados quanto aos alimentos e bebidas ofertados e as respectivas quantidades.

Para auxiliar os entrevistados na determinação do tamanho das porções, foi apresentado no momento do preenchimento do recordatório um álbum contendo fotos de utensílios de diferentes dimensões, alimentos e preparações em diferentes porções, além de medidas-padrão de líquidos (ZABOTTO; VIANNA; GIL, 1996). Para análise da composição nutricional, as medidas caseiras foram posteriormente transformadas em quantidades equivalentes, em grama (g) ou mililitro (mL) utilizando-se a Tabela para Avaliação do Consumo Alimentar em Medidas Caseiras (PINHEIRO et al., 2008).

Para quantificar o consumo de calorias, os dados foram processados no *software* Dietpro® 5i, versão 5.8, utilizando-se a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (NEPA, 2011). Posteriormente, foi calculada a média de calorias dos três dias de R24h. Os alimentos consumidos foram avaliados de acordo com a extensão e o propósito de seu processamento industrial, conforme proposto por Monteiro et al.

(2016). Na classificação NOVA, são considerados alimentos ultraprocessados as formulações de ingredientes, em sua maioria de uso industrial exclusivo, que resultam de uma série de processos industriais que exigem equipamentos e tecnologia sofisticados (como fracionamento de alimentos inteiros em substâncias, modificações químicas dessas substâncias, montagem de substâncias alimentares modificadas por meio de técnicas industriais como extrusão, moldagem e pré-fritura e aplicação frequente de aditivos, antioxidantes, estabilizantes e conservantes), como por exemplo: achocolatados, sorvetes, docinhos de festa (doces), biscoitos recheados e salgadinhos tipo *chips* (biscoitos), sucos industrializados e refrigerante (bebidas açucaradas), salsicha, linguiça, presunto, bacon (embutidos), pizza, cachorro quente e hambúrguer (*fast food*) (MONTEIRO et al., 2019).

A partir dos três R24h, o percentual médio de contribuição calórica dos alimentos ultraprocessados foi calculado.

### **6.2.7.3 Avaliação antropométrica materna**

Dado que as mães são, com frequência, as responsáveis pelas práticas educativas relacionadas às atividades de rotina das crianças (MOREIRA; BIASOLI-ALVES, 2008), o estilo de vida e o estado nutricional materno parecem exercer uma influência direta no risco cardiometabólico das crianças (DHANA et al., 2018). Sendo assim, nessa etapa foram avaliados peso e estatura, e calculado o IMC materno (APÊNDICE E).

O peso foi aferido utilizando-se uma balança digital eletrônica, com capacidade de 150 kg e sensibilidade de 50 g (Tanita®, modelo BC 553, *Arlington Heights*, IL, USA). Todas as mães foram orientadas a subir na balança sem calçados e com o uso de roupas leves (JELLIFFE, 1968). A estatura foi aferida utilizando-se um estadiômetro vertical, dividido em centímetros e subdividido em milímetros (Alturaexata®, Belo Horizonte, MG, Brasil), segundo as normas preconizadas por *Jelliffe* (1968). Com os dados de peso e estatura, o IMC materno foi calculado através da fórmula:  $IMC = \text{peso (em kg)} / \text{altura}^2 \text{ (em cm)}$ .

#### 6.2.7.4 Avaliação do risco cardiometabólico da criança

A partir da compreensão de que os componentes da SM tendem a coexistir em crianças, conferindo um maior risco para o desenvolvimento precoce de DCV (MAGGE; GOODMAN; ARMSTRONG, 2017), os fatores de risco cardiometabólico investigados no presente trabalho foram: PC, PA, HDL-c, TG e índice HOMA-IR.

Na etapa de avaliação antropométrica foi avaliado o PC da criança (APÊNDICE E) utilizando-se uma fita métrica inextensível, com precisão de 0,1 cm (TBW®, São Paulo, Brasil). A medida foi realizada no ponto médio da distância entre a crista ilíaca anterossuperior e a última costela. As crianças foram orientadas a permanecerem em posição ortostática, com o abdômen relaxado, braços lateralmente ao corpo, pés unidos e seu peso igualmente sustentado pelas duas pernas.

A aferição da PA foi realizada utilizando-se um aparelho automático (Omron® HEM 907 Veron Hills, Illinois, EUA) validado a partir do esfigmomanômetro de mercúrio (EL ASSAAD et al., 2002). A criança permaneceu em repouso por, pelo menos, 5 minutos em ambiente tranquilo, sentada e com o braço direito no mesmo nível do coração. A medida da braçadeira foi apropriada ao diâmetro do braço da criança. O manguito foi colocado firmemente cerca de 2 a 3 cm acima da fossa antecubital, centralizando a bolsa de borracha sobre a artéria braquial (SALGADO; CARVALHAES, 2003).

A PA foi aferida três vezes e com a mediana dos valores da pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) em mmHg, foi calculada a pressão arterial média (PAM) utilizando-se a fórmula ( $PAM = 1/3 (PAS) + 2/3 (PAD)$ ). A PAM é um índice composto de PA que avalia a PAS e a PAD ao mesmo tempo, aumentando a sensibilidade para identificar anormalidades em crianças, especialmente na faixa limítrofe (ŠULÁKOVÁ; FEBER, 2013).

As amostras de sangue foram coletadas por punção venosa, na região antecubital das crianças com 12 horas de jejum prévio. As amostras foram coletadas por profissionais treinados da Divisão de Saúde da UFV e analisadas no Laboratório de Análises Clínicas (LAC) do Departamento de Nutrição e Saúde da UFV.

Foram realizadas as dosagens dos seguintes parâmetros bioquímicos: HDL-c, TG, glicose e insulina de jejum. As amostras foram transportadas da Divisão de Saúde

até o LAC em caixas isotérmicas com gelo em um período de até 3 horas após a coleta e conservadas a -20°C até a análise.

As concentrações de HDL-c, TG e glicose foram determinadas pelo método enzimático colorimétrico, seguindo os procedimentos indicados pelo fabricante no kit comercial Bioclin® (Belo Horizonte, MG, Brasil) e dosados em equipamento analisador automático (BS-200 *Mindray*®, *Nanshan*, China).

A insulina de jejum foi analisada no soro, utilizando o método de imunoenensaio por quimioluminescência e quantificada pelo teste Elecsys Insulin® com limite de detecção de 0,200-1.000 µU/ml. A glicose e insulina de jejum foram utilizadas para o cálculo do índice HOMA-IR de acordo com a seguinte fórmula: Glicemia de jejum (mmol/mL) x insulinemia de jejum (µU/mL)/22,5 (MATTHEWS et al., 1985).

### **6.3 Pesquisa sobre dados ambientais**

#### **6.3.1 Delineamento do estudo**

A pesquisa de “Levantamento de dados do ambiente construído da zona urbana de Viçosa (MG)” foi realizada no período de dezembro de 2015 a julho de 2016. Trata-se de um estudo ecológico com as informações de todas as escolas urbanas públicas e privadas e ambiente construído da área urbana de Viçosa, MG.

#### **6.3.2 Coleta de dados**

##### **6.3.2.1 Escolas**

A Secretaria Municipal de Educação de Viçosa, MG, forneceu os dados como o nome, o endereço completo, o tipo de escola (federal, estadual, municipal, filantrópica ou privada) e os níveis de ensino (educação infantil, ensino fundamental e ensino médio) de todas as 24 escolas urbanas públicas e privadas que atendiam a faixa etária de 8 e 9 anos.

### **6.3.2.2 Domicílios**

Os endereços dos domicílios fornecidos pelos pais/responsáveis das crianças ao responderem o questionário do estudo PASE foram geocodificados.

### **6.3.2.3 Ambiente construído**

#### **6.3.2.3.1 Disponibilidade de estabelecimentos de venda de alimentos**

A coleta de dados de todos os estabelecimentos de venda de alimentos de Viçosa, MG, foi realizada por pesquisadores devidamente treinados. Como forma de possibilitar o fácil acesso às informações de padronização, foi desenvolvido um manual para a coleta, disponibilizado junto ao material de campo de cada um dos pesquisadores.

Os pesquisadores percorreram, em duplas, todas as ruas da área urbana de Viçosa entre os horários de 08 horas e 18 horas. Uma vez identificada a presença de estabelecimentos destinados à venda de alimentos, o pesquisador realizava a anotação do endereço completo (tipo de logradouro; nome do logradouro; número; bairro e setor censitário) e do nome fantasia do estabelecimento e, posteriormente, realizava o preenchimento do questionário específico para cada tipo de estabelecimento em questão.

Os questionários utilizados para a avaliação objetiva dos estabelecimentos destinados à venda de alimentos foram adaptados de um instrumento desenvolvido para a realidade brasileira (DURAN, 2013). Tal instrumento é composto por quatro tipos de questionários, sendo eles: (a) Instrumento de avaliação objetiva de estabelecimentos de venda de alimentos para consumo em domicílio (ANEXO C); (b) Instrumento de avaliação objetiva de estabelecimentos de venda de alimentos para consumo imediato (ANEXO D) (c) Instrumento de avaliação objetiva de comércios ambulantes (ANEXO E); (d) Instrumento de avaliação objetiva de feiras livres (ANEXO F).

Foram identificados 656 estabelecimentos de venda de alimentos. Para este trabalho, foram considerados apenas os estabelecimentos em funcionamento no ano

de 2015 (período de coleta de dados individuais do estudo PASE), resultando em 612 estabelecimentos.

Os estabelecimentos de venda de alimentos foram classificados *a priori* de acordo com o Estudo Técnico “Mapeando Desertos Alimentares no Brasil” da Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional (CAISAN, 2018), que considera o grau de processamento dos alimentos comercializados. Os estabelecimentos predominantemente não saudáveis (ultraprocessados) são definidos como aqueles onde a aquisição de alimentos ultraprocessados representa mais de 50% da aquisição total, ou seja, nesses estabelecimentos há uma predominância de aquisição de produtos não saudáveis, como lojas de conveniência, bares, bombonieres, distribuidoras de bebidas, lanchonetes e cafeterias, sorveterias e ambulantes de alimentos não saudáveis (CAISAN, 2018).

#### **6.3.2.3.2 Ambiente para a prática de atividade física e caminhabilidade**

Ao percorrer as ruas de Viçosa, MG, a mesma equipe realizou a avaliação das estruturas para a prática de atividade física e/ou lazer, utilizando o instrumento “*Physical Activity Resource Assessment*” (PARA) (LEE et al., 2005), adaptado à realidade brasileira (ANEXO G). Foram identificados 23 locais públicos para atividade física e/ou lazer (praças, quadras poliesportivas, canteiros habitáveis e parques) no município, sendo que todos estavam em funcionamento no ano de 2015.

Para avaliar a caminhabilidade, foi utilizado o índice proposto por Vegi et al. (2020), obtido por meio de análise fatorial de um conjunto parcimonioso das seguintes medidas de caminhabilidade: densidade residencial; densidade de estabelecimentos comerciais; arborização; presença de calçadas; iluminação pública e conectividade das ruas. A seguir, foram selecionadas as variáveis do primeiro fator da análise fatorial de componentes principais, em que se obteve a maior explicação da variância total. Assim, o índice de caminhabilidade foi calculado a partir da equação: [(densidade residencial z-score) + (% presença de calçadas z-score) + (Densidade comercial z-score) + (% presença de iluminação pública z-score) + (Densidade de intersecções z-score)].

Para se obter a densidade residencial, foi obtido o número de domicílios de cada setor censitário, dividido pelo total de quilômetros de rua de cada setor censitário.

Para densidade comercial, foram excluídas garagens, depósitos, lotes vagos, lojas/cômodos vagos e construções e os comércios agropecuários. Após esse procedimento, o número total de comércios também foi dividido pelo total de quilômetros de rua de cada setor censitário (VEGI et al., 2020).

Para se obter a conectividade de ruas foi necessário, antes, calcular o comprimento delas. A malha de ruas do município foi obtida por meio do projeto *Open Street Map* (OSM, 2018), que possui o mapeamento digital gratuito de todo o mundo. Para o cálculo do comprimento de rua, foram excluídas estradas expressas, caminhos rurais e outros caminhos não comumente utilizados por pedestres, e, posteriormente, foi obtida a soma do comprimento em quilômetros de todas as ruas dentro de cada setor censitário. A partir da malha de ruas, foram contabilizadas todas as conexões entre elas com número de nós reais (nós que estão em interseções de 4 vias ou 3 vias, e não ruas sem saída). Essa contagem foi dividida pelo comprimento de ruas de cada setor a fim de se obter uma medida de conectividade de ruas.

A presença de calçadas e iluminação foi obtida a partir dos dados georreferenciados do Censo 2010. Os recenseadores avaliaram se, na face da quadra da residência, existia calçada/passeio, ou seja, caminho calçado ou pavimentado, destinado à circulação de pedestres. Semelhantemente, pesquisaram se, na face da quadra em trabalho ou na sua face confrontante, existia pelo menos um ponto fixo (poste) de iluminação pública (IBGE, 2010b). Para se determinar a presença de calçadas e iluminação, dividiu-se o total de domicílios que possuíam a característica, pelo total de domicílios do setor, e, depois multiplicou-se por 100 (VEGI et al., 2020).

Mesmo não compondo o índice de caminhabilidade, neste trabalho optou-se ainda por avaliar os espaços verdes a partir dos dados georreferenciados de setores censitários do Censo 2010 disponibilizados pelo IBGE (2010a). A presença de espaços verdes foi definida mediante a presença de árvore na face da quadra em trabalho ou na sua face confrontante ou no canteiro central, se existia arborização, ou seja, existia árvore ao longo da calçada/passeio e/ou em canteiro que divide pistas de um mesmo logradouro, mesmo que apenas em parte. Considerou-se também a arborização quando existente em logradouros sem pavimentação e/ou sem calçada/passeio (IBGE, 2010b). O percentual de presença de espaços verdes no setor censitário foi calculado dividindo-se o total de domicílios que possuíam a característica pelo total de domicílios do setor e, a seguir, multiplicando-se por 100.

### 6.3.2.4 Ambiente social

A Secretaria de Segurança Pública do Estado de Minas Gerais forneceu dados sobre crimes violentos e acidentes de trânsito ocorridos no ano de 2015 em Viçosa, MG. A renda total da vizinhança foi obtida a partir de dados georreferenciados de setores censitários do Censo 2010 disponibilizados pelo IBGE (IBGE, 2010a).

### 6.3.2.5 Geocodificação dos dados

As coordenadas geográficas (latitude e longitude) das escolas, domicílios, estabelecimentos de venda de alimentos e espaços públicos para prática de atividade física e/ou lazer, criminalidade e acidentes de trânsito foram obtidas a partir dos seus endereços pesquisados no serviço online de pesquisa *Google Maps* (<https://www.google.com.br/maps?hl=pt-BR>). Os dados foram coletados em configuração de Sistema de Coordenadas Geográficas WGS 84 e posteriormente transformados para o Sistema de Coordenadas Projetadas, Sistema Universal Transverso de Mercator (UTM), fuso 23S, *datum* SIRGAS 2000, por meio do uso do *software* QGis versão 3.10.12.

A distribuição dos tipos de estabelecimentos de venda de alimentos, espaços públicos para prática de atividade física e/ou lazer, crimes e acidentes de trânsito está apresentada na tabela 1.

**Tabela 1.** Distribuição das características ambientais em Viçosa, MG, 2015.

<b>Característica ambiental</b>	<b>n (%)</b>
<b>Estabelecimentos de venda de alimentos</b>	
Mercearia	161 (26,3)
Bar	139 (22,7)
Lanchonete, cafeteria	68 (11,1)
Restaurante	62 (10,1)
Açougue e peixaria	50 (8,2)
Padaria	23 (3,8)
Sorveteria	23 (3,8)
Supermercado	20 (3,3)

Ambulante de alimentos não saudáveis	13 (2,1)
Sacolão	12 (2,0)
<i>Bomboniere</i>	10 (1,6)
Distribuidora de bebidas	8 (1,3)
Loja de produtos naturais	8 (1,3)
Loja de conveniência ou em postos de gasolina e farmácias	6 (1,0)
Laticínios e frios	3 (0,5)
Ambulante de alimentos saudáveis	3 (0,5)
Feira livre	3 (0,5)
<i>Total</i>	612 (100,0)
<b>Espaços públicos para prática de atividade física e/ou lazer</b>	
Praças	13 (56,5)
Canteiros habitáveis (calçadas, rotatórias)	6 (26,1)
Quadra poliesportiva	2 (8,7)
Parque/bosque	1 (4,3)
Campo de futebol	1 (4,3)
<i>Total</i>	23 (100,0)
<b>Crimes</b>	
Furto	1128 (64,2)
Roubo	298 (17,0)
Lesão corporal	258 (14,7)
Homicídio	51 (2,9)
Estupro	12 (0,7)
Extorsão	8 (0,5)
Sequestro e cárcere privado	3 (0,2)
<i>Total</i>	1758 (100,0)
<b>Acidentes de trânsito</b>	
Com vítima	516 (50,9)
Sem vítima	498 (49,1)
<i>Total</i>	1014 (100,0)

### 6.3.3 Caracterização do ambiente no entorno das escolas e domicílios

Para a análise do ambiente ao redor das escolas e domicílios, foram traçados, com auxílio do *software* ArcGIS Pro (ESRI, Redlands, CA, USA), *buffers network*, abrangendo raios de 400 m de distância, correspondentes a cerca de 5 minutos de

caminhada (DAY, PEARCE, 2011; SMITH et al., 2013). A análise do *buffer network*, ou *buffer* “de rede” fornece uma medida mais realista, permitindo a medição da distância entre uma origem e um destino ao longo de uma rede de linhas que podem incluir rodovias, transporte público, caminhos de rede para pedestres e/ou ciclistas, considerando a interseção de ruas e diferentes rotas a serem realizadas (CHAIX et al., 2009; CHARREIRE et al., 2010).

A partir da criação dos *buffers network*, foi possível contabilizar o número e obter a densidade por 1000 habitantes dos espaços para prática de atividade física e/ou lazer, criminalidade e acidentes de trânsito e dos estabelecimentos de venda de alimentos predominantemente ultraprocessados no entorno das escolas e domicílios. Para as demais variáveis, foram obtidas as médias dos valores dos setores censitários inseridos em cada *buffer network* no entorno das escolas e domicílios.

#### 6.4 Variáveis de estudo

Diferentes variáveis foram utilizadas em atendimento aos objetivos de cada artigo original. No quadro 1 estão sumarizados os tipos e a classificação de cada uma.

**Quadro 1.** Variáveis de estudo de acordo com cada artigo original.

		Variáveis	Tipo	Classificação
Artigo original 1	Dependente	Perímetro da cintura (cm) Índice HOMA-IR Pressão arterial média (mmHg) HDL-c (mg/dL) Triglicérides (mg/dL)	Contínuas	-
	Independente	Ambiente obesogênico (estabelecimentos de venda de alimentos predominantemente ultraprocessados, acidentes de trânsito, criminalidade e caminhabilidade) no entorno dos domicílios Ambiente leptogênico (espaços públicos para atividade física e/ou lazer, espaços verdes e renda da vizinhança) no entorno dos domicílios	Dicotômicas	>Percentil 50: maior densidade ≤Percentil 50: menor densidade
	Mediador	Consumo de alimentos ultraprocessados IMC materno (kg/m <sup>2</sup> )	Contínua Contínua	- -

	<b>Confusão</b>	Idade Sexo Condição socioeconômica: -renda <i>per capita</i> -escolaridade materna -benefício de programa governamental	Contínua Dicotômica  Contínua Contínua Dicotômica	- Feminino/Masculino  - - Sim/Não
<b>Artigo original 2</b>	<b>Dependente</b>	Perímetro da cintura (cm) Índice HOMA-IR Pressão arterial média (mmHg) HDL-c (mg/dL) Triglicerídeos (mg/dL)	Contínuas	Escores
	<b>Independente</b>	Ambiente obesogênico (estabelecimentos de venda de alimentos predominantemente ultraprocessados, acidentes de trânsito, criminalidade e caminhabilidade) no entorno das escolas Ambiente leptogênico (espaços públicos para atividade física e/ou lazer, espaços verdes e renda da vizinhança) no entorno das escolas	Contínuas	Escores
	<b>Confusão</b>	Idade Sexo Condição socioeconômica: -renda <i>per capita</i> -escolaridade materna -benefício de programa governamental Localização da escola	Contínua Dicotômica  Contínua Contínua Dicotômica Dicotômica	- Feminino/Masculino  - - Sim/Não Central/Não central

HOMA-IR: *homeostatic model assessment for insulin resistance*; HDL-c: lipoproteína de alta densidade; IMC: índice de massa corporal.

## 6.5 Análises estatísticas

### 6.5.1 Artigo original 1

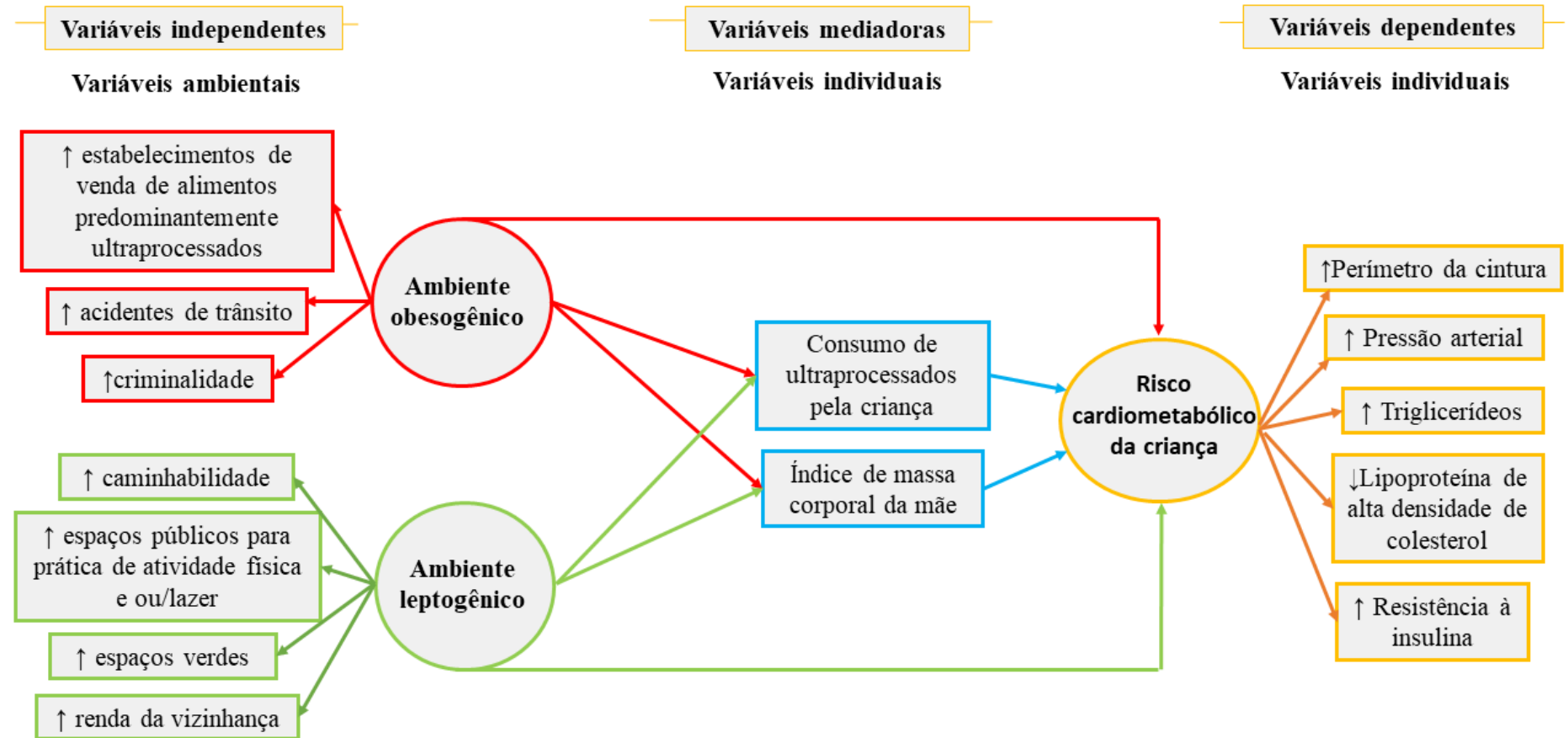
Os bancos de dados foram digitados e armazenados no *Microsoft Office Excel* 2013. As análises descritivas e inferenciais foram realizadas no *software* STATA (StataCorp LP, *College Station*, TX, USA) versão 13.0. Para todos os testes de hipóteses, foi considerado o nível de significância estatística de 5%.

A normalidade das variáveis contínuas foi verificada por meio do teste de *Shapiro-Wilk*. A análise descritiva foi realizada por meio do cálculo de distribuições de frequência para variáveis categóricas, e mediana e intervalo interquartil (IQ) para variáveis contínuas. Os testes de *Mann-Whitney* e Qui-quadrado de *Pearson* foram utilizados para avaliar a distribuição das variáveis contínuas e categóricas de acordo com o sexo, respectivamente.

A *priori*, com o objetivo de expressar a hipótese investigada, foi construído um modelo teórico inicial, baseado nos elementos teóricos, nas hipóteses de estudos anteriores acerca do tema estudado e no princípio da parcimônia para a seleção das variáveis (figura 3). Este modelo foi representado graficamente pelo diagrama de caminhos, que representa as relações de interesse (HOX; BECHGER, 1998). Um diagrama de caminhos é composto por variáveis diretamente observadas ou medidas, representadas por quadrados ou retângulos, e por variáveis que não são medidas diretamente, conhecidas como variáveis latentes ou constructos, representadas por elipses (HAIR; BLACK; BABIN; 2009). Variáveis latentes são constructos hipotéticos que não são diretamente observáveis e que podem ser inferidos indiretamente a partir de indicadores (variáveis observadas) (KLINE, 2016).

De acordo com a revisão de literatura, foi selecionado um conjunto parcimonioso de variáveis ambientais para compor o diagrama de caminhos, divididas em duas variáveis latentes, sendo elas: Ambiente obesogênico (↑estabelecimentos de venda de alimentos predominantemente ultraprocessados, acidentes de trânsito e crime) e Ambiente leptogênico (↑caminhabilidade, espaços públicos para prática de atividade física e ou/lazer, espaços verdes e renda da vizinhança). Já as variáveis de risco cardiometabólico foram incluídas em uma única latente: Risco cardiometabólico (↑PC, ↑HOMA-IR, ↑PAM, ↓HDL-c e ↑TG). O ambiente obesogênico e leptogênico ocuparam uma posição distal, influenciando o consumo de alimentos ultraprocessados e IMC materno (variáveis mediadoras). No modelo, foi considerado que tanto o ambiente obesogênico quanto o leptogênico podem apresentar um efeito direto no risco cardiometabólico. Ademais, o ambiente pode ter um efeito indireto no risco cardiometabólico, sendo mediado pelo consumo de alimentos ultraprocessados e IMC materno.

**Figura 3.** Modelo teórico inicial dos fatores determinantes (ambientais e individuais) para o risco cardiometabólico em crianças.



A partir das análises exploratórias e confirmatórias, as variáveis latentes foram elaboradas e validadas. No *software* SPSS versão 20.0, foi realizada a análise fatorial exploratória a partir da análise de componentes principais (ACP) para elaboração das variáveis latentes. O teste de *Kaiser-Meyer-Olkin* ( $KMO > 0,6$ ) e o teste de esfericidade de *Bartlett* ( $p < 0,001$ ) foram estimados para avaliar a força das intercorrelações das variáveis. Após avaliação e confirmação da aplicabilidade do método, o número de fatores a serem extraídos foi definido conforme o critério de *Kaiser*, onde somente os componentes com autovalor igual ou superior a 1 são retidos, seguido do gráfico *screenplot* da variância pelo número de componentes, em que os pontos, no maior declive, indicaram o número de componentes a reter. Após a extração dos fatores, o grau de adaptação das variáveis aos fatores por meio das cargas fatoriais foi avaliado. As rotações *varimax* (para dados não correlacionados) e *oblimin* (para dados correlacionados) foram realizadas para facilitar a interpretação dos componentes ambientais e individuais, respectivamente, no qual foram retidas as cargas fatoriais iguais ou superiores a 0,4 (positivo ou negativo) (MARTÍNEZ-GONZÁLEZ; SÁNCHEZ-VILLEGAS; FAJARDO, 2009; TABACHNIK; FIDELL, 2007). A nomenclatura dos padrões de agrupamento encontrados foi atribuída de acordo com as características dos grupos formados e extraídos pela ACP.

A análise fatorial confirmatória e a modelagem de equações estruturais (MEE) foram realizadas no *software* Mplus, versão 8.2. A MEE é uma técnica robusta que combina regressão múltipla, análise fatorial e análise de caminhos, de forma a estimar simultaneamente os efeitos diretos e indiretos e as interrelações entre as variáveis de interesse (KLINE, 2016).

Na modelagem, é criado primeiro um modelo de mensuração, composto pelas variáveis latentes, e depois o modelo estrutural, que trata da relação entre todas as variáveis (AMORIM et al., 2010). Em ambos os casos, um método de estimação dos parâmetros deve ser escolhido conforme a distribuição e natureza das variáveis estudadas (HAIR; BLACK; BABIN; 2009).

No modelo de mensuração, é validada a variável latente por meio da análise fatorial confirmatória (AFC). A partir da especificação dos indicadores da variável, estima-se que as cargas fatoriais devem ser altas ( $\geq 0,4$ ) e significantes ( $p < 0,05$ ), indicando alta correlação entre as variáveis observadas e o constructo (KLINE, 2016). Além disso, as correlações entre os indicadores não podem ser excessivamente altas

(> 0,9), devendo existir a validade discriminante, uma vez que cada indicador deve medir um aspecto diferente. Por fim, recomenda-se que a variável latente possua, no mínimo, duas variáveis observadas (KLINE, 2016).

Os coeficientes padronizados com os respectivos intervalos de confiança (IC) de 95%, e testes de significância foram estimados para todas as relações estabelecidas no modelo teórico utilizando o método de máxima verossimilhança robusta (*Robust Maximum Likelihood* - MLR), utilizado para variáveis observadas com distribuição contínua, robusto para não normalidade e que imputa dados faltantes. A máxima verossimilhança de informações completas (*Full Information Maximum Likelihood* - FIML) foi usada para lidar com indicadores observados de forma incompleta (KLINE, 2016). Por fim, a parametrização *Theta* foi utilizada para controlar as diferenças residuais nas variâncias (MUTHÉN; MUTHÉN, 2010).

Na MEE é necessário considerar um conjunto de índices de qualidade de ajuste, que expressam o grau com que o modelo é capaz de produzir uma matriz de covariância estimada similar à matriz de covariância observada na amostra (BERAN; VIOLATO, 2010). O modelo de mensuração precisa ser avaliado e, só se for válido, prossegue-se com o modelo estrutural, que por sua vez também precisa ser avaliado por meio dos índices.

Para determinar se o modelo teve um bom ajuste, uma série de critérios foram seguidos, sendo eles: o RMSEA (*Root Mean Square Error of Approximation*) e o SRMR (*Standardized Root Mean Square Residual*), que se baseiam nos resíduos do modelo, sendo que valores inferiores a 0,05 para o RMSEA e inferiores a 1,0 para o SRMR indicam que o modelo teórico se ajusta aos dados. E ainda, o TLI (*Tucker-Lewis Index*) e CFI (*Comparative Fit Index*), em que valores próximos a 1,0 indicam um bom ajuste do modelo (KLINE, 2016; WANG; WANG, 2012).

O comando *modindices* foi utilizado para calcular os índices de modificação, com o objetivo de obter sugestões de modificações nas hipóteses iniciais. Para realizar as mudanças, foram considerados a plausibilidade teórica e valores dos índices de modificação iguais ou superiores a 10 (KLINE, 2016; WANG; WANG, 2012).

No modelo final, foram avaliadas as associações diretas e indiretas entre as variáveis de exposição e os desfechos. A evidência de mediação foi determinada se pelo menos uma via indireta fosse significativa. Os modelos foram ajustados pelas

variáveis: idade, sexo e pela variável latente de condição socioeconômica (escolaridade materna, renda *per capita* e recebimento de benefício de programa governamental). Assim como para as demais variáveis latentes, a variável “condição socioeconômica” também foi validada de acordo com todos os procedimentos já citados.

Após a união dos bancos de dados individuais e ambientais, verificou-se que 11 crianças não residiam na área urbana de Viçosa. Dessa forma, para essas análises, um total de 367 crianças foram avaliadas.

### 6.5.2 Artigo original 2

Os bancos de dados foram digitados e armazenados no *Microsoft Office Excel* 2013. As análises descritivas foram realizadas no *software* STATA (StataCorp LP, *College Station*, TX, USA) versão 13.0. A normalidade das variáveis contínuas foi verificada por meio do teste de *Shapiro-Wilk*, e, posteriormente, foram calculados o valor mínimo e máximo e da distribuição em percentis 25, 50 e 75.

No *software* SPSS versão 20.0, foi realizada a análise fatorial exploratória a partir da ACP para elaboração das variáveis latentes de exposição (ambientais), desfecho (fatores de risco cardiometabólico) e confusão (condição socioeconômica). O teste de *Kaiser-Meyer-Olkin* ( $KMO > 0,6$ ) e o teste de esfericidade de *Bartlett* ( $p < 0,001$ ) foram estimados para avaliar a força das intercorrelações das variáveis. Após avaliação e confirmação da aplicabilidade do método, o número de fatores a serem extraídos foi definido conforme o critério de *Kaiser*, onde somente os componentes com autovalor iguais ou superiores a 1 são retidos, seguido do gráfico *screenplot* da variância pelo número de componentes, em que os pontos, no maior declive, indicaram o número de componentes a serem retidos. Após a extração dos fatores, o grau de adaptação das variáveis aos fatores por meio das cargas fatoriais foi avaliado. As rotações *varimax* (para dados não correlacionados) e *oblimin* (para dados correlacionados) foram realizadas para facilitar a interpretação dos componentes ambientais e individuais, respectivamente, no qual foram retidas as cargas fatoriais iguais ou superiores a 0,4 (positivo ou negativo) (MARTÍNEZ-GONZÁLEZ; SÁNCHEZ-VILLEGAS; FAJARDO, 2009; TABACHNIK; FIDELL, 2007).

A nomenclatura dos padrões de agrupamento encontrados foi atribuída de acordo com as características dos grupos formados e extraídos pela ACP.

Para testar as associações entre as variáveis latentes geradas pela ACP no *software* STATA (StataCorp LP, College Station, TX, USA) versão 13.0., foram utilizados modelos de regressão linear por meio das equações de estimativa generalizadas (*Generalized Estimation Equations* - GEE). Os modelos tradicionais de regressão têm como suposição a independência entre os sujeitos observados, entretanto, quando os indivíduos estão agrupados, a suposição de independência é violada (AGRANONIK, 2009). Assim, o método de regressão GEE é utilizado quando se deseja avaliar a relação entre a variável dependente e as variáveis independentes em um contexto populacional, considerando o efeito agregado dos indivíduos (escolas). Para esta análise, utilizou-se a matriz de correlação *exchangeable*, recomendada quando as observações são agrupadas em alguma estrutura específica, assumindo que a correlação das observações entre os indivíduos de um grupo é a mesma (HANLEY et al., 2003).

As associações foram estimadas pelo coeficiente  $\beta$  e seus respectivos intervalos de confiança de 95%. Além disso, foram verificadas as colinearidades entre as variáveis e o valor de QIC (*Quaslikelihood under the Independence model Criterion*), método específico da regressão GEE para seleção dos melhores modelos. Os modelos foram ajustados pelas variáveis: idade, sexo, localização da escola (central ou não central) e pela variável latente de condição socioeconômica (escolaridade materna, renda *per capita* e recebimento de benefício de programa governamental). Para todos os testes de hipóteses, foi considerado o nível de significância estatística de 5%.

Mapas de calor foram criados no *software* QGis versão 3.10.12. para visualizar a distribuição espacial da variável “ambiente obesogênico” e “ambiente leptogênico” de acordo com a localização das escolas (central ou não central).

## 6.6 Aspectos éticos

O projeto “Vitamina D na infância: ingestão, nível sérico e associação com fatores de risco cardiovasculares” foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa, processo n° 663.171/2014

(ANEXO A) e pela Secretaria Municipal de Educação, Superintendência Regional de Ensino e direção das escolas. Os voluntários do estudo foram informados sobre os objetivos do trabalho e ao autorizarem a participação da criança, os pais/responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE B).

Na última etapa da coleta de dados, as crianças receberam o retorno individual com os resultados de todos os exames e avaliações realizadas, e foram orientadas a adotar um estilo de vida mais saudável. Aquelas que apresentaram alguma alteração do estado nutricional foram encaminhadas para serviços especializados de saúde.

A pesquisa “Levantamento de dados do ambiente construído da zona urbana de Viçosa (MG)” também foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFV (parecer nº: 1.821.618/2016) (ANEXO B).

Ao final deste estudo, todos os resultados serão apresentados aos gestores de saúde municipais da cidade de Viçosa, MG.

## 7 RESULTADOS E DISCUSSÃO


Os resultados serão apresentados e discutidos no formato de um artigo de revisão sistemática e dois artigos originais:

- ✓ **Artigo de revisão sistemática** - Retail food outlets and metabolic syndrome: a systematic review of longitudinal studies
  
- ✓ **Artigo original 1** - Neighborhood obesogenic environment and cardiometabolic risk in Brazilian children: The mediation role of the mother's Body Mass Index
  
- ✓ **Artigo original 2** - Obesogenic environment around schools is associated with cardiometabolic risk clustering in Brazilian children

## 7.1 Artigo de revisão sistemática

Nutrition – Science Policy

### Retail food outlets and metabolic syndrome: a systematic review of longitudinal studies

Fernanda Martins de Albuquerque , Milene Cristine Pessoa , Mariana De Santis Filgueiras , Danielle Soares Gardone , and Juliana Farias de Novaes 

**Context:** The community food environment covers the type, quantity, density, location, and access to retail food outlets, and its influence on eating behavior, obesity, and metabolic syndrome has been investigated. **Objective:** To evaluate the evidence on longitudinal associations between objectively measured retail food outlets and metabolic syndrome components in children, adolescents, and adults. **Data extraction:** This systematic review followed the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses guidelines. Study quality and risk of bias were assessed with the Newcastle-Ottawa Scale. **Data sources:** The Scopus, Embase, Web of Science, Scielo, PubMed, MEDLINE, and Lilacs databases were searched without any restriction on publication dates. **Data analysis:** Of the 18 longitudinal studies included, significant associations were reported in 9 between retail food outlets and metabolic syndrome components in adults (6 positive associations, 2 negative, and 1 both positive and negative), and in 3 studies of children and adolescents (2 negative associations and 1 both positive and negative). Six studies with adults found no association. **Conclusion:** Limited evidence was found for longitudinal associations between retail food outlets and metabolic syndrome components. In future studies, researchers should consider the use of standardized retail food outlet measurements and accurate analysis to better understand the influence of the community food environment on metabolic syndrome. **Systematic Review Registration:** PROSPERO registration no: CRD42020177137.

#### INTRODUCTION

Cardiovascular diseases (CVDs) are the main cause of death globally, representing approximately 31% of all deaths worldwide.<sup>1</sup> Individuals with CVDs or who are at high cardiovascular risk may present CVD risk-factor clustering, known as metabolic syndrome (MetS). MetS is characterized by metabolic risks that share

pathophysiology and many common treatments, including hyperglycemia, hypertriglyceridemia, central adiposity, hypertension, and low high-density lipoprotein cholesterol.<sup>2</sup> Their individual determinants are linked mostly to genetic susceptibility, physical inactivity, and unhealthy dietary patterns.<sup>3</sup> Ecological models, however, indicate that eating patterns<sup>4,5</sup> and obesity<sup>6,7</sup> are influenced by the neighborhood environment,

Affiliation: F.M. de Albuquerque, M. De Santis Filgueiras, and J.F. de Novaes are with the Department of Nutrition and Health, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brazil. M.C. Pessoa and D.S. Gardone are with the Department of Nutrition, Nursing School, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.

Correspondence: F.M. de Albuquerque, St. 9 Benedito Pinto, 401 Apartment, Juiz de Fora, Minas Gerais, MG, 36016-490, Brasil. E-mail: nutrifernandaalbuquerque@gmail.com.

*Key words:* food outlets, hypertension, metabolic syndrome, neighborhood, obesity.

©The Author(s) 2021. Published by Oxford University Press on behalf of the International Life Sciences Institute. All rights reserved. For permissions, please e-mail: journals.permissions@oup.com.

<https://doi.org/10.1093/nutrit/nuab111>  
Nutrition Reviews® Vol. 00(0):1–20

which has been extensively investigated in recent years, especially the community food environment.<sup>8</sup>

Food environment is “the collective physical, economic, political and sociocultural environment, and the opportunities and conditions that influence food and beverage choices, as well as nutritional status.”<sup>9</sup> It can be divided in 4 sub-environments: community, organizational, consumer, and information environments.<sup>4</sup> The dimension of community covers the type, quantity, density, location, and access to retail food outlets. These aspects can be evaluated in the organizational dimension, generally available to defined groups like homes, schools, worksites, churches, and healthcare facilities. The consumer dimension reflects some characteristics within and around a retail food outlet, like nutritional qualities, price, promotions, placement, range of choices, freshness, and nutritional information. Finally, the information dimension explores how media reports and advertising are affected by government and industry policies and, in turn, could affect attitudes about and the appeal of certain foods.<sup>4</sup>

Community food environments are being recognized as a research priority, owing to their potential influence on dietary patterns and health.<sup>4</sup> Systematic reviews have reported on the role of spatial exposure to retail food outlets on diet,<sup>10,11</sup> with largest effect sizes of availability measures (eg, retail food outlet counts).<sup>12</sup> Greater availability of less-healthy foods is associated with poorer dietary outcomes,<sup>13</sup> stimulating fast-food purchasing<sup>14</sup> and consumption.<sup>15</sup> Moreover, in an ecological model, the broader effect of the food environment on obesity was mediated by dietary behaviors, considered as a barrier or enabler to maintain a healthy body weight.<sup>6</sup>

So far, findings of systematic reviews have suggested that physical and socioeconomic environments were associated with obesity,<sup>8,16</sup> CVD outcomes, and risk factors,<sup>17,18</sup> with emphasis on longitudinal associations with high densities of fast food restaurants<sup>8,18</sup> and convenience stores<sup>8,16,17</sup> and low densities of grocery stores and supermarkets.<sup>8,17</sup> Despite a growing body of primary research examining the role of retail food outlets and their potential influence on MetS components, no systematic reviews on this subject were found. The existing reviews were focused on exploring retail food outlets and their relationship with weight-related outcomes<sup>19,20</sup> and examining the food environment surrounding schools.<sup>21,22</sup>

Given that retail food outlets are associated with obesity<sup>23–26</sup> and cardiovascular health,<sup>27,28</sup> and are a critical food-system element for implementing interventions that support healthy diets,<sup>29</sup> it is relevant to understand the association of retail food outlets with MetS components. Longitudinal studies, compared with

cross-sectional studies, present a higher level of evidence because they allow us to observe how the initial exposure is related to the subsequent outcomes and changes over time, and, thus, to the establishment of temporality. In this review, therefore, we paid particular attention to longitudinal studies.

We aimed to analyze the available evidence on the longitudinal association of retail food outlets and MetS components in children, adolescents, and adults. The hypothesis was that greater density and/or proximity to stores that sell predominantly unhealthy food (eg, fast food and convenience stores) contributes to an increase in the risk of MetS, and greater density and/or proximity to stores that sell predominantly healthy food (eg, grocery stores, fruit and vegetable markets) contributes to reduce the risk of MetS.

## METHODS

### Research question design

This systematic review was designed to address the following research question: “Is there a longitudinal association between retail food outlets and MetS components?” The research question was defined on the basis of the PICOS (population, interventions/exposures, comparators, outcomes, and study designs) structured method<sup>30</sup> (Table 1).

### Eligibility criteria

The following inclusion criteria were applied to studies considered for eligibility in this review: cohort, interventional, and quasi-experimental studies that assessed the association of retail food outlets with objective geographic measures (eg, densities, counts, proportions, proximity, presence in area) and objective or self-reported MetS components (eg, waist circumference [WC], waist-to-hip ratio [WHPR], waist-to-height ratio [WHR], systolic and diastolic blood pressure [BP], high-density lipoprotein cholesterol, low-density lipoprotein cholesterol, total cholesterol, triglycerides, fasting plasma glucose and insulin levels, homeostasis model assessment of insulin resistance values, or glycated hemoglobin), with no restriction on the period of publication.

We applied the following exclusion criteria: studies that assessed people with clinical CVD or who were previously diagnosed with hypertension and/or diabetes; incidence of cardiac outcomes; pregnant women; animal or in vitro experiments; articles that did not meet the inclusion criteria (association between objectively measured retail food outlets and other risk factors, or those that did not assess retail food outlets); ecological

Table 1 PICOS criteria for inclusion of studies

Description	Abbreviation	Elements of the question
Population	P	Children, adolescents, and adults (excluding people with clinical cardiovascular disease or previously diagnosed with hypertension and/or diabetes; incidence of cardiac outcomes; and pregnant women)
Interventions/exposure	I	Community food environment (type, quantity, density, location, and access to retail food outlets)
Comparators	C	Not applicable
Outcomes	O	Metabolic syndrome components: waist circumference; waist-to-hip ratio; waist-to-height ratio; systolic and diastolic blood pressures; and levels of high-density lipoprotein cholesterol, low-density lipoprotein cholesterol, total cholesterol, triglycerides, fasting plasma glucose and insulin; and homeostasis model assessment of insulin resistance or glycated hemoglobin values
Study designs	S	Longitudinal (cohort, interventional, and quasi-experimental studies)

and cross-sectional studies (which would not allow us to establish temporality) and qualitative studies; review articles; book sections; conference proceedings; editorials; letters to the editor; response letters; notes; comments; monographs, theses, dissertations; publications whose abstract and full text were not available; duplicates.

#### Study identification and selection

The review was conducted on the basis of the recommendations of the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses guidelines.<sup>31</sup> It is registered with PROSPERO (registration no. CRD42020177137).

A literature search was conducted in the following databases: MEDLINE, SciVerse Scopus, Embase, Web of Science, and PubMed (February 2021), Scientific Electronic Library Online, and *Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde* (“Latin American and Caribbean Health Sciences Literature”) (June 2021). The following search terms were used with combinations of descriptors available in the Medical Subject Headings and Emtree (Embase subject headings) indexes and keywords consistently used in articles related to the issue: (“food environment” OR “food retail” OR “food store” OR “food outlet” OR “fast food” OR “restaurant” OR “supermarket” OR “grocery store” OR “convenience store” OR “neighborhood”) AND (“cardiometabolic risk” OR “cardiovascular risk factors” OR “metabolic syndrome” OR “waist circumference” OR “blood pressure” OR “hypertension” OR “insulin resistance” OR “diabetes mellitus” OR “glucose” OR “insulin” OR “cholesterol” OR “triglycerides” OR “dyslipidemias”) (see Appendix S1 in the Supporting Information online for search strategy). There was no restriction on language or period of publication.

A protocol was defined to identify and select the original papers (Figure 1). Two evaluators (F.M.A. and

M.S.F.), independently, searched for the articles, reviewed the titles and abstracts, identified and removed the duplicates, and performed a full reading of studies. The percentage of agreement and  $\kappa$  correlation to assess the inter-investigator reliability were calculated for selecting articles according to their title and abstract. Disagreements were resolved by discussion or, if necessary, the opinion of a third researcher (D.S.G.) was requested. Information about the articles was entered in a spreadsheet and checking for duplicates was performed in Excel, version 2016; later, duplicates were manually checked.

#### Data extraction

The information extracted from the selected articles was as follows: (1) overall study information: authorship, year of publication, country, design, sample age, sex and size, cohort names, length of follow-up, and source of retail food outlet data; and (2) exposure and outcome information: main statistical method, type of food outlet, exposure (geographic unit and measurement type), type of outcome, covariates and stratification, main results, statistically significant results of association with MetS components (positive, negative, or null), and Newcastle-Ottawa Scale (NOS) score.

#### Assessment of study quality

The included studies were analyzed by independent reviewers (F.M.A. and M.S.F.), in duplicate, using the NOS<sup>32</sup> for quality assessment. This scale is a critical appraisal tool that provides 3 grouping items: selection, exposure and outcome, and comparability. A study can be awarded a maximum of 1 star for each numbered item under the patient selection ( $n = 4$  items) and exposure ( $n = 3$  items) categories, and a maximum of 2 stars in the comparability of study groups ( $n = 2$  items) category, thus, enabling a total maximum score of 9 stars. Any discrepancies in the outcomes of critical appraisal were resolved through discussion or by the nomination of a third

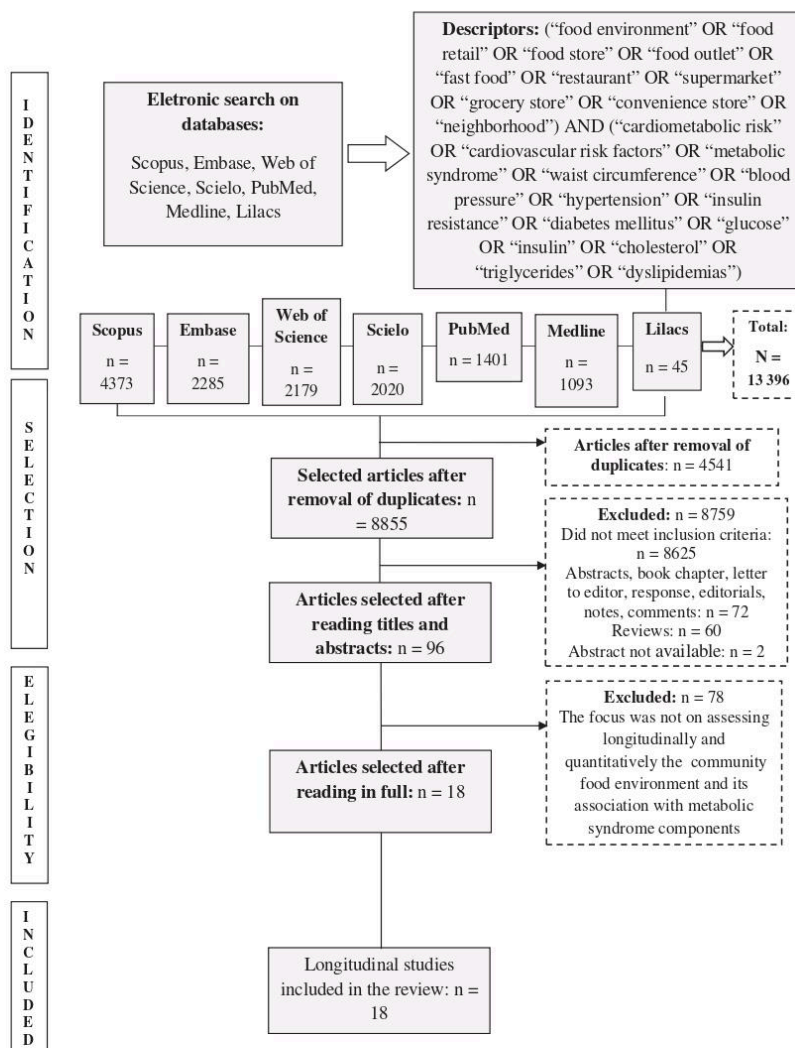


Figure 1 Protocol of identification and selection of studies eligible for the systematic review on the association between community food environment and metabolic syndrome components, 2020.

reviewer (D.S.G.). Included studies that presented a NOS score  $>7$  was considered of good quality.

#### Data synthesis

Results were summarized by narrative synthesis, by tabulating and grouping studies according to age group and to the MetS components evaluated (ie, isolated, aggregated by cardiometabolic risk score, or that assessed

$>1$  component), and then by summarizing the overall findings by analyzing the reported associations.

#### RESULTS

##### Selection and description of studies included

In total, 13 396 references were identified through combinations of the descriptors listed in Methods. After

exclusion of duplicates, 8855 papers were identified, which were evaluated by their titles and abstracts. The 2 investigators agreed in 99.6% of cases, with a strong reliability ( $r = 0.844$ ;  $P < 0.001$ ).<sup>33</sup>

After full reading, studies with the following characteristics were excluded: (1) used measures of the food environment based on participants' perceptions ( $n = 9$ ); (2) aggregated food availability variable with other physical environment characteristics ( $n = 8$ ); (3) used the food environment exposure as an adjustment variable for statistical analysis ( $n = 2$ ); (4) included in the cardiometabolic risk score the smoking habit and other lifestyle variables ( $n = 4$ ); (5) assessed psychopathological disorders interaction with food environment ( $n = 1$ ); (6) was a qualitative study ( $n = 1$ ); (7) was a cross-sectional study ( $n = 40$ ); (8) assessed for food deserts (because there are different metrics for evaluating a food desert that could make comparing the results difficult) ( $n = 3$ ); and (9) did not assess objectively and quantitatively retail food outlets and their association with MetS ( $n = 10$ ).

After the assessment of eligibility criteria, 18 cohorts were selected and included in this review<sup>34–52</sup> (Figure 1). No intervention or quasi-experimental studies were found.

Cohort description and exposure and outcome information are presented in Tables 2<sup>34–50,52</sup> and 3.<sup>34–50,52</sup> Fifteen studies included adults, 2 included children and adolescents, and only 1 was limited to children. The sample size ranged from 309 to 2 805 533 participants. Selected studies were performed in the United States ( $n = 8$ ),<sup>34–36,39–41,45,46</sup> Australia ( $n = 4$ ),<sup>38,44,49,50</sup> Canada ( $n = 2$ ),<sup>43,47</sup> China ( $n = 1$ ),<sup>37</sup> Sweden ( $n = 1$ ),<sup>42</sup> Mexico ( $n = 1$ ),<sup>52</sup> and the United Kingdom ( $n = 1$ )<sup>48</sup> and published between 2009 and 2020. The follow-up length varied from 1 to 10 years.

#### Retail food outlets (exposure): type, data source, and measurement

Table 4 lists the various types, data sources, and measures of retail food outlets described in the included articles, along with the number of corresponding studies.

#### MetS components

Each study investigated from 1 to 5 MetS components. Selected studies assessed WC ( $n = 7$ ),<sup>34,36,38,39,46,48,50</sup> WHpR ( $n = 1$ )<sup>37</sup> and WHtR ( $n = 2$ ),<sup>37,47</sup> prediabetes or type 2 diabetes mellitus (T2DM) ( $n = 7$ ),<sup>38,40,42,43,45,46,52</sup> hypertension incidence ( $n = 1$ ),<sup>38</sup> fasting plasma glucose levels ( $n = 1$ ),<sup>46</sup> glycated hemoglobin ( $n = 1$ ),<sup>44</sup> systolic and diastolic BP ( $n = 1$ ),<sup>35</sup> and dyslipidemia ( $n = 1$ ).<sup>38</sup>

One study evaluated MetS using International Diabetes Federation criteria,<sup>53</sup> which include central obesity, BP, and levels of triglycerides, high-density lipoprotein-cholesterol, and fasting plasma glucose.<sup>49</sup>

#### Statistical analysis and adjustment variables

Most studies used linear regression models as their main statistical analysis ( $n = 7$ ).<sup>34–36,39,44,47,48</sup> Four used multilevel models,<sup>35,44,47,48</sup> 2 used mixed-effect models,<sup>36,39</sup> and 4 used Cox regression,<sup>40,41,43,45</sup> adjusted for a wide range variables, with the most common being sex ( $n = 17$ ),<sup>34–44,46–50,52</sup> age ( $n = 16$ ),<sup>34,35,38–50,52</sup> education ( $n = 15$ ),<sup>34,35,38–47,49,50,52</sup> income level ( $n = 12$ ),<sup>34–36,38–43,45,47,48</sup> and ethnicity or race ( $n = 3$ ).<sup>34,41,48</sup>

In some studies, researchers tested interaction terms among retail food outlets, MetS components, and the following: sex ( $n = 3$ )<sup>41,45,46</sup>; age ( $n = 2$ )<sup>40,41</sup>; time-by-age ( $n = 2$ )<sup>39,41</sup>; time-by-length of residence in the United States ( $n = 1$ )<sup>39</sup>; and time-varying working status ( $n = 1$ ).<sup>41</sup> Moreover, interaction analyses were performed to assess the modification effect of relative fast-food restaurant availability by the absolute number of fast-food restaurants ( $n = 1$ )<sup>43</sup>; the mode of transportation to school and Healthy Food Availability Index scores ( $n = 1$ );<sup>36</sup> the neighborhood healthy food resources and interactions with income and chronic stress burden ( $n = 1$ );<sup>40</sup> the density of fast-food restaurants by eating out at fast-food restaurant ( $n = 1$ )<sup>34</sup>; the effect of walkability on BP ( $n = 1$ )<sup>35</sup>; the context (fast-food restaurant or healthful food availability) by time and area-level education ( $n = 1$ )<sup>44</sup>; and the modified effect by change in convenience store and supermarket densities and education level on change in fruit and vegetable outlets and T2DM ( $n = 1$ ).<sup>52</sup> In 1 study, researchers evaluated if body mass index (BMI) mediated the association between restaurant exposure and risk of T2DM.<sup>43</sup>

#### General findings

Figure 2<sup>35–37,39,42,43,45–48,52</sup> displays the outcomes associated with retail food outlets in adults, children, and adolescents, and in children and adolescents combined and adults, identified in the present review. The MetS components significantly associated with retail food outlets in studies of adults were T2DM incidence,<sup>42,43,45,52</sup> BP,<sup>35</sup> WHpR and WHtR,<sup>37</sup> WC,<sup>39,46</sup> and fasting glucose levels.<sup>46</sup> In children and adolescents, WC<sup>36,48</sup> and WHtR<sup>47</sup> were significantly associated with retail food outlets.

The measure of retail food outlets that was consistently associated with MetS was density,<sup>35,37–39,45,46,52</sup> mainly the number of fast-food restaurant.<sup>35,37,38,46</sup>

Table 2 Description of the included cohorts that evaluated associations between retail food outlet and metabolic syndrome components, 2020

Reference	Study country and design	Sample characteristics: sex, age; and no.	Cohort name	Length of follow-up	Source of retail food outlet data
Green et al (2018) <sup>48</sup>	United Kingdom, cohort	Children and adolescents Both <sup>a</sup> , 11 or 12 to 15 or 16 y; 746	Rugby League and Athletics Development Scheme	5 y	Leeds City Council
Ghenadenik et al (2018) <sup>47</sup>	Canada, cohort	Both; 8–10 y; 630	Quebec Adipose and Lifestyle Investigation in Youth	2 y	QUALITY Neighborhood on-site audit tool
Rossen et al (2013) <sup>36</sup>	United States, cohort	Both; 8–13 y; 319	Multiple Opportunities to Reach Excellence Project	1 y	Baltimore City Health Department
Carroll et al (2020) <sup>50</sup>	Australia, cohort	Adults Both; ≥18 y; 2253	NWAHS	10 y	1999 South Australian Retail Database
Albrecht et al (2015) <sup>39</sup>	United States, cohort	Both; 45–84 y; 1561	MESA	9 y	NETS database
Xu et al (2013) <sup>37</sup>	China, cohort	Both; ≥18 y; 28 063	China Health and Nutrition Survey	9 y	Geocoded data by GPS
Li et al (2009) <sup>34</sup>	United States, cohort	Both; 50–75 y; 1145	Portland Neighborhood Environment and Health Study	1 year	Commercial business establishment data (InfoUSA)
Pérez-Feirer et al (2020) <sup>32</sup>	Mexico, cohort	Both; ≥20 y; 2808	SALURBAL Study	6 y	National Statistic Directory of Economic Units
Gebreab et al (2017) <sup>45</sup>	United States, cohort	Both; 21–94 y; 3670	The Jackson Heart Study	7.3 y	NETS database
Carroll et al (2017) <sup>46</sup>	Australia, cohort	Both; ≥18 y; 1890	NWAHS	10 y	2007 South Australian Retail Database
Mezuk et al (2016) <sup>42</sup>	Sweden, cohort	Both; 35–80 y; 2,805 533	NI	4 y	Geocoded data by GIS
Polsky et al (2016) <sup>43</sup>	Canada, cohort	Both; 20–84 y; 7079	Canadian community health survey	5 y	Commercial database (Dun & Bradstreet, Canada)
Christine et al (2015) <sup>40</sup>	United States, cohort	Both; 45–84 y; 5124	MESA	10 y	Geocoded data by GIS
Kaiser et al (2016) <sup>41</sup>	United States, cohort	Both; 45–84 y; 3382	MESA	10 y	<ul style="list-style-type: none"> <li>• National Establishment</li> <li>• Time-series database (Walls and Associates, Oakland, CA)</li> </ul>
Li et al (2009) <sup>35</sup>	United States, cohort	Both; 50–75 y; 1145	Portland Neighborhood Environment and Health Study	1 y	Commercial business establishment data (InfoUSA)
Daniel et al (2019) <sup>49</sup>	Australia, cohort	Both; ≥18 y; 2530	NWAHS	10 y	1999 South Australian Retail Database
Lee et al (2017) <sup>46</sup>	United States, cohort	Both; ≥18 y; 4010	Offspring and Generation Three	6.4 y	2000 US Census TIGER/Line
Paquet et al (2014) <sup>38</sup>	Australia, cohort	Both; ≥18 y; 3145	NWAHS	3.5 y	1999 South Australian Retail Database

<sup>a</sup>Women and men.

Abbreviations: GIS, geographic information system; GPS, global positioning system; NI, not informed; MESA, Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis; NETS, National Establishment Time Series; NWAHS, North West Adelaide Health Study; SALURBAL, SALud Urbana en America Latina.

**Table 3 Exposures and outcomes information of included cohorts that evaluated associations between retail food outlet and metabolic syndrome components, 2020**

Reference	Main statistical method	Type of food outlet	Exposure: (geographic unit; measurement type)	Type of outcome	Covariates/stratification	Main results	Association with IMetS components	NOS
Green et al (2018) <sup>48</sup>	Multilevel linear regression	FFR, SM and other retail outlets (news-agents, bakeries, petrol stations)	Residential and school postal code; straight-line and network distance buffer: number of food outlets within a 0.6 mile (1 km) straight-line buffer and a 0.3 mile (500 m) network buffer (travel route)	Children and adolescents Change in WC	Age, sex, race, and deprivation	There was a positive association for the number of FFR outlets along the travel route between home and school, with an additional FFR outlet associated with an increase of 0.021 (95%CI, 0.007–0.033) in WC. We also found a negative association for WC with other retail outlets along the travel route ( $\beta = -0.014$ ; 95%CI, $-0.027$ , $-0.001$ ) and FFR outlets within 1 km of home ( $\beta = -0.024$ ; 95%CI, $-0.041$ , $-0.006$ ).	Positive ( $\uparrow$ FFR outlets along travel route and $\uparrow$ WC) Negative ( $\uparrow$ other retail outlets along travel route and FFR outlets around home, and $\downarrow$ WC)	9
Ghenadenik et al (2018) <sup>47</sup>	Multilevel linear regression	FFR and CS	Residential address; density: presence of $\geq 1$ feature in any of the street segments surrounding participants' residences	Change in WHtR	Sex, maternal and paternal BMI, parental education, area level of deprivation, residential density (all measured at baseline), and child age at follow-up	Children living in areas with $\geq 1$ convenience store had lower WHtR ( $\beta = -0.019$ ; 95% CI, $-0.028$ , $-0.010$ ), but in model including all 6 built environment features, <sup>a</sup> this association lost its significance.	Negative ( $\uparrow$ CS and $\downarrow$ WHtR)	8
Rossen et al (2013) <sup>36</sup>	Mixed-effects linear regression	Corner store, SM/grocery store, CS, and restaurants	School address; network buffer: mean HFAI <sup>b</sup> within 0.06, 0.2, and 0.5 miles of network buffers (100, 400, and 800 m)	Change in WC	Sex, number of siblings, free and reduced-price lunch receipt, walking and distance to school status, census-tract deprivation index, violence strat, and number of food outlets within 100 m of paths to school	Having 1 additional healthy food item available within the 100 m buffer along paths to school was associated with a 0.47 cm (95%CI, $-0.91$ , $-0.03$ ) smaller WC change	Negative ( $\uparrow$ healthy food store and $\downarrow$ WC)	9

(continued)

Table 3 Continued

Reference	Main statistical method	Type of food outlet	Exposure: (geographic unit, measurement type)	Type of outcome	Covariates/stratification	Main results	Association with MetS components	NOS
Carroll et al (2020) <sup>50</sup>	Latent growth models	RFEI <sup>c</sup>	Adults Change in WC/WHtR and WHpR Residential address; network buffer; FFR count within each 1.600 m network buffer; RFEI work buffer; RFEI within each 1 mile (1.6 km) buffer	Change in WC	Age, sex, marital status, smoking status, and education	FFR count (estimate, 0.019; 95% CI, -0.036, 0.073), and RFEI (estimate, 0.013; 95% CI, -0.038, 0.065) were not associated with change in WC.	Null	9
Albrecht et al (2015) <sup>39</sup>	Mixed-effects linear regression	Healthy food stores: fruit and vegetable markets and SM	Residential address; kernel densities (units/mile <sup>2</sup> ) subdivided in percentiles were calculated for 1 mile (1.6 km) buffers	Change in WC	Age, sex, education, income, time since baseline, age × time; Hispanic and Chinese immigrants	Among Hispanic immigrants, comparing the 90th and the 10th centiles of healthy food store indicators, mean differences in baseline WCs were -2.5 ± 1.3 (SE) cm for density of healthy food stores.	Negative (↑healthy food store and ↓WC)	9
Xu et al (2013) <sup>37</sup>	Bayesian hierarchical regression	FFR	Community; density; number of FFRs	Change in WHtR and WHpR	Population size, level of urbanization and inter-regional variation; sex and residential zone	More FFRs are positively associated with a future increase of 0.76 ± 0.26 (SD) cm ( $P < 0.01$ ) in WHpR for urban women. Increased availability of FFRs between 2 waves is related to increase of 0.36 ± 0.17 (SD) cm ( $P < 0.05$ ) WHtR for urban men over the same period. A past increase in number of FFRs is associated with subsequent increases of 0.39 ± 0.13 (SD) and 0.32 ± 0.12 (SD) cm (both $P < 0.01$ ) in WHtR and 0.46 ± 0.16 (SD) ( $P < 0.01$ ) and 0.38 ± 0.16 (SD) cm ( $P < 0.05$ ) in WHpR for rural women and men, respectively.	Positive (↑FFR and ↑WHtR, WHpR)	9
Li et al (2009) <sup>34</sup>	Multilevel, hierarchical, linear Models	FFR	Census block group; density; number of FFR outlets/km <sup>2</sup> subdivided	Change in WC	Age, sex, education, household income, race or ethnicity, smoking,	There was no association between density of FFRs and change in WC ( $\beta = -0.37 \pm 0.52$ (SD); $P = 0.48$ ).	Null	9

(continued)

Table 3 Continued

Reference	Main statistical method	Type of food outlet	Exposure: (geographic unit; measurement type)	Type of outcome	Covariates/stratification	Main results	Association with MetS components	NOS
Pérez-Ferrer et al (2020) <sup>52</sup>	2-Level logistic regression	Small stores, fresh-food stores, fruit and vegetable stores, CS and SM	into percentiles (high density, $\geq 75$ th percentile; low density, $< 75$ th percentile)	T2DM incidence; change in HbA <sub>1c</sub> (%)	health status, and baseline values of BMI, weight, WC, and residential density, percentage of non-Hispanic Black residents and Hispanic residents	Adults living in neighborhoods that saw a decline in fruit and vegetable-store density experienced higher odds of T2DM compared with adults who lived in neighborhoods where fruit and vegetable-store density remained stable (OR, 1.64; 95%CI, 1.06–2.53)	Positive (↓ fruit and vegetable stores and ↑T2DM)	9
Gebreab et al (2017) <sup>45</sup>	Generalized estimating equations and Cox proportional hazards regression	"Favorable" food store: groceries, SM chains and nonchain stores, and fruit and vegetable markets. "Unfavorable" food store: CS, bakeries, candy or nut shops, ice cream stores, liquor stores or bars, and FFRs	Residential address; circular buffer: densities of favorable food stores and unfavorable food stores (number per square mile) were calculated for a 1 mile (1.6 km) buffer	T2DM incidence	Age and family history of T2DM, income and education level, smoking and alcohol consumption, physical activity, diet, and BMI	Higher density of unfavorable food stores was associated with a 34% higher incidence of T2DM (HR, 1.34; 95%CI, 1.12–1.60)	Positive (↑ unfavorable food stores and ↑T2DM)	9
Carroll et al (2017) <sup>44</sup>	Multilevel linear regression	FFRs, health-food resources	Residential address; network buffer:	Change in HbA <sub>1c</sub> (%)	Age, sex, employment status, level	FFR outlets ( $\beta = -0.0094$ ; 95%CI, $-0.0296, 0.0108$ )	Null	9

(continued)

Table 3 Continued

Reference	Main statistical method	Type of food outlet	Exposure: (geographic unit; measurement type)	Type of outcome	Covariates/stratification	Main results	Association with MetS components	NOS
Mezuk et al (2016) <sup>42</sup>	Multilevel logistic regression	(greengrocers, butchers, SM with > 200 m <sup>2</sup> floor space, and health food shops) FFRs and CS (health-harming), WSR, and food stores (SM, grocery stores, and farmers markets)	counts and density measures (count/area of buffer-intersected parcels [km <sup>2</sup> ]) of food outlets within 1 mile (1.6 km) buffer Residential address; circular buffer: ratio of health-harming food outlets to total food outlets, per km <sup>2</sup> within a 0.6 mile (1 km) buffer of each person: FFR outlets and CS/WSR + grocery stores + FFR and CS	T2DM incidence	of education, marital status and smoking status; overweight/obesity norm, food resource availability (FFR outlet and healthful food) Age, sex, educational attainment and household income; "stayers" (lived in the same SAMS in 2000 and 2005) and "movers" (lived in different SAMS in 2000 and 2005)	and healthful food resources ( $\beta = 0.0121$ ; 95%CI, $-0.0075$ , 0.0317) were not associated with change in HbA <sub>1c</sub> over 10 y. Food environments with more health-harming food outlets were associated with higher relative odds of incident T2DM (OR, 2.11; 95%CI, 1.57–2.82). Relative to individuals whose food environment did not change, those who moved into areas with more health-harming food outlets had higher odds of developing T2DM (OR, 3.67; 95%CI, 2.14–6.30). Among those who did not move, living in an area that gained relative access to health-harming food outlets was also associated with higher odds of T2DM (OR, 1.72; 95%CI, 1.27–2.33).	Positive ( $\uparrow$ ) health-harming food outlets and $\uparrow$ T2DM	8
Polsky et al (2016) <sup>43</sup>	Cox proportional hazards regression	FFR and FSR	Dissemination blocks; network buffer: number of restaurants within a 0.4 mile (720 m) network buffer and relative availability of FFRs (absolute number of FFRs/absolute number of total	T2DM incidence	Age, sex, ethnic/racial group, immigration status, education level, household income adequacy, smoking status, city of residence, area deprivation, area walkability, and survey cycle/absolute number	Among younger adults (20–65 y), living in areas with high volumes of FFR ( $\geq 3$ outlets) was related to a 79% higher risk of T2DM (HR, 1.79; 95%CI, 1.03–3.12), but when adjusted for BMI as a potential mediator, this association was attenuated, rendering it nonsignificant (HR, 1.40; 95%CI, 0.70–2.80); and an increase of 4 FFRs was related to a 9% lower	Positive ( $\uparrow$ FFR and $\uparrow$ T2DM) Negative ( $\uparrow$ FSR and $\downarrow$ T2DM)	9

(continued)

Table 3 Continued

Reference	Main statistical method	Type of food outlet	Exposure: (geographic unit; measurement type)	Type of outcome	Covariates/stratification	Main results	Association with MetS components	NOS
Christine et al (2015) <sup>40</sup>	Cox proportional hazards regression	SM and fruit and vegetable markets	restaurants × 100% within each buffer Residential address; circular buffer: densities of food outlets per square mile within 1 mile (1.6 km) buffers	T2DM incidence	(volume) of FFRs and age Age, sex, family history of T2DM, household per capita income, educational level, smoking status, alcohol use, neighborhood SES	risk of T2DM (HR, 0.91; 95%CI, 0.83–1.00) There was no association between SM and fruit and vegetable markets and T2DM incidence (HR, 1.01; 95%CI, 0.96–1.07)	Null	9
Kaiser et al (2016) <sup>41</sup>	Cox regression	Favorable food stores: chain and nonchain SM and food and vegetable markets	Residential address; circular buffer: densities of favorable food stores square mile were calculated for a 1 mile (1.6 km) buffer	Hypertension incidence; Hypertension incidence	Age, age and time interaction, sex, race/ethnicity, education, income, neighborhood measures (walking environment, social cohesion, and safety) and neighborhood SES	Favorable food store density was not associated with incident hypertension (HR, 1.03; 95%CI, 0.94–1.13)	Null	9
Li et al (2009) <sup>35</sup>	Multilevel linear regression	FFR	Census block group; density: number of FFR outlets/km <sup>2</sup> subdivided in percentiles (high density, ≥75th percentile; low density, <75th percentile)	Change in BP	Meeting recommended levels of physical activity, eating fruit and vegetables, age, sex, education, household income, alcohol and tobacco use, FFR visits, BMI, residential density, and percentage of non-Hispanic Black residents and percentage of Hispanic residents	Neighborhoods with high density of FFRs were predictive of an increase in SBP ( $\beta = 5.32$ ; $P < 0.001$ ) and DBP ( $\beta = 2.21$ ; $P < 0.001$ ) over time.	Positive (↑FFR and ↑SBP, DBP)	9
Daniel et al (2019) <sup>49</sup>	RFEI <sup>c</sup>		Residential address; network buffer:	Change in CMR score; Change in CMR score <sup>d</sup>	Age, sex, and education at baseline,	There was no association between FFR density (RR,	Null	9

(continued)

Table 3 Continued

Reference	Main statistical method	Type of food outlet	Exposure: (geographic unit; measurement type)	Type of outcome	Covariates/stratification	Main results	Association with MetS components	NOS
	Poisson regression models		FFR count and density expressed as the count of outlets divided by the sum of land parcel km <sup>2</sup> area and RFEI per 1 mile (1.6 km) buffer		and measures of the urban form (walkability) and natural environments (public open space area and greenness)	1.018; 95%CI, 0.982–1.056), FFR count (RR, 0.993; 95%CI, 0.953–1.033) and RFEI per buffer (RR, 1.006; 95%CI, 0.981–1.032) with change in CMR		
Lee et al (2017) <sup>46</sup>	Logistic regression	FSR, FFR, SM, and CS	Census tract; density: number of food outlets/km <sup>2</sup> subdivided in quartiles	Change in WC and fasting plasma glucose levels, T2DM incidence	Age, sex, smoking status at baseline, education at baseline, cohort status, and baseline BMI	More FFR (highest vs lowest quartile change, respectively, for all: 3.0 ± 0.4 cm vs 3.8 ± 0.3 cm) and SM density (2.9 ± 0.4 cm vs 3.8 ± 0.3 cm) were associated with smaller increase in glucose levels (both <i>P</i> for linear trend <0.05), and higher density of SM (3.2 ± 0.2 cm vs 3.8 ± 0.2 cm, <i>P</i> for linear trend = 0.046) was associated with smaller increase in WC	Negative (↑FFR, SM and ↓glucose, WC)	7
Paquet et al (2014) <sup>38</sup>	Poisson regression	RFEI <sup>d</sup>	Residential address; density; proportion of unhealthy food stores	Pre-T2DM; T2DM; hypertension; Dyslipidemia, and abdominal obesity incidence	Age, sex, education, household income, and area-level deprivation	A 1-SD increase in the RFEI was associated with an 11% (95%CI, 1.03–1.22) higher risk of becoming abdominally obese.	Positive (↑RFEI and ↑ abdominal obesity)	7

<sup>a</sup>Six built environment features: pedestrian-facilitating feature, traffic-calming feature, disorder indicator, FFR, CS, physical activity resource.

<sup>b</sup>Mean availability of 8 food groups (skim milk, fruits, vegetables, low-fat meat, frozen foods, low-sodium foods, whole-wheat bread, and low-sugar cereals), with scores ranging from 0 to 27, where 0 indicated the complete absence of any healthy food and 27 indicated the presence of all healthy foods.

<sup>c</sup>Ratio of unhealthy to healthy food outlets = (no. of unhealthy outlets/(no. of healthy outlets + 1)). Healthy food outlets include grocery stores, butchers, health food stores, SM, and healthful takeaway. Unhealthy food outlets include FFR (chain and non-chain), bakeries, sweet-food retailers, CS, and service station food marts.

<sup>d</sup>CMR score is the sum of 5 CMR factors, including (1) abdominal adiposity (ie, WC ≥ 94 cm for European men, and ≥ 90 cm for men of other ethnic groups; and ≥ 80 cm for all women); (2) hypertriglyceridemia (ie, high levels of blood triglycerides [fatty molecules] ≥ 1.7 mmol/L, or prescription treatment); (3) low high-density lipoprotein cholesterol (≤ 1.03 mmol/L for men, < 1.29 mmol/L for women, or prescription treatment); (4) hypertension (≥ 130/85 mmHg, or prescription treatment); and (5) high fasting plasma glucose level (≥ 5.6 mmol/L) or previously diagnosed T2DM.

Abbreviations: BMI, body mass index; BP, blood pressure; CMR, cardiometabolic risk; CS, convenience store; DBP, diastolic blood pressure; FFR, fast-food restaurant; FSR, full-service restaurant; HbA1c, glycated hemoglobin; HEA, Healthy Food Availability Index; HR, hazard ratio; MetS, metabolic syndrome; NOS, Newcastle Ottawa Scale; OR, odds ratio; RFEI, Retail Food Environment Index; RR, relative risk; SAMS, small area market statistics; SBP, systolic blood pressure; SD, standard deviation; SE, standard error; SES, neighborhood socioeconomic status; SM, supermarket; T2DM, type 2 diabetes; WC, waist circumference; WHpR, waist-to-hip ratio; WHtR, waist-to-height ratio; WSR, wait-service restaurant.

**Table 4 Summary of type, data source, and measures of retail food outlets used in the included cohort studies (n = 18)<sup>a</sup>**

Variable	No. of studies
Type of food outlet	
Fast food restaurants	13
Supermarkets	13
Convenience stores	9
Retail Food Environment Index <sup>b</sup>	3
Healthy Food Availability Index <sup>c</sup>	1
Health-harming food outlets <sup>d</sup>	1
Data source	
Commercial and government agencies lists	15
GIS-based measures	2
GPS	1
Audit tool	1
GIS measures	
Density	8
Simple counts	1
Proportions	1
Counts/area	4
Kernel density	1
Presence in area	1
Buffer	11
Network	6
Circular	4
Straight-line (Euclidean)	1
Geographic unit	
Residential address	11
Census block group	2
Census tract	1
Dissemination blocks	1
School address	1
School postal code	1
Community location	1
Basic geostatistical area (equivalent of census tract)	1

<sup>a</sup>Total number of studies was >18 because many of them assessed different types of food outlets and measurements of retail food outlets.

<sup>b</sup>Ratio of unhealthful to healthful food outlets = (no. of unhealthful outlets/no. of healthful outlets + 1).

<sup>c</sup>Mean availability of 8 food groups, with scores ranging from 0 (complete absence of any healthy food) to 27 (presence of all healthy foods).

<sup>d</sup>Ratio of health-harming food outlets to the total number of food outlets: (fast-food outlets and convenience stores/wait-service restaurants + grocery stores + fast-food outlets and convenience stores).

**Abbreviations:** GIS, geographic information system; GPS, global positioning system.

#### Association of retail food outlets and MetS in children and adolescents

Two studies evaluated the change in WC. One found a negative association with availability of healthy food items along routes to school: the interaction between walking to school and Healthy Food Availability Index scores was not statistically significant ( $P$  for interaction > 0.05).<sup>36</sup> In the other study, researchers found a positive association with fast-food restaurants along the travel route between home and school, negative with other retail outlets (namely, news agents, bakeries,

petrol stations) along the travel route, and with fast-food restaurants around home.<sup>48</sup> In 1 study, children living in areas with at least 1 convenience store had lower WHtRs.<sup>47</sup>

#### Association of retail food outlets and MetS in adults

Seven studies evaluated the association between retail food outlets and T2DM incidence. Four studies found positive associations with the presence of more health-harming food outlets<sup>42</sup>; higher density of unfavorable food outlets, with no evidence that this association differed by sex ( $P$  for interaction > 0.10)<sup>45</sup>; higher density of fast-food restaurants<sup>43</sup>; and with decline in the density of fruit and vegetable outlets, which was only significant among individuals who were living in areas with simultaneous increase in the number of convenience stores ( $P$  for interaction = 0.025).<sup>52</sup> One study found a negative association with the number of full-service restaurants,<sup>43</sup> and 2 studies did not find a significant association with retail food outlet variables.<sup>40,46</sup>

In 1 study, researchers found a negative association between WC and higher density of supermarkets, with no evidence that this association differed by sex ( $P$  for interaction > 0.05).<sup>46</sup> In another study, authors found such an association with density of healthy food outlets (ie, fruit and vegetable markets, supermarkets), with no evidence that this association differed for participants who relocated during follow-up ( $P$  for interaction > 0.2).<sup>39</sup> A positive association between increase in the Retail Food Environment Index and risk of becoming abdominally obese was reported in 1 study,<sup>38</sup> and in another study, authors did not find a significant association between the change in WC and retail food outlets counts.<sup>50</sup> Just 1 study assessed the change in WHtR and WHpR, and the authors of that report found that a greater number of fast-food restaurants was positively associated with an increase in both ratios.<sup>37</sup>

In respect to change in BP, 1 study found a positive association with higher density of fast-food restaurants.<sup>35</sup> However, for the neighborhoods with higher walkability, density of fast-food restaurants was no longer predictive of the change in BP ( $P$  for interaction = 0.86 for systolic BP;  $P$  for interaction = 0.85 for diastolic BP). In contrast, for the less-walkable neighborhoods, density of fast-food restaurant was significantly associated with increased systolic BP ( $P$  for interaction < 0.001) and diastolic BP ( $P$  for interaction < 0.01) over time. One study evaluated the relationship between hypertension incidence and density of favorable food outlets (chain and non chain supermarkets and food and vegetable markets) and did not find significant association.<sup>41</sup>

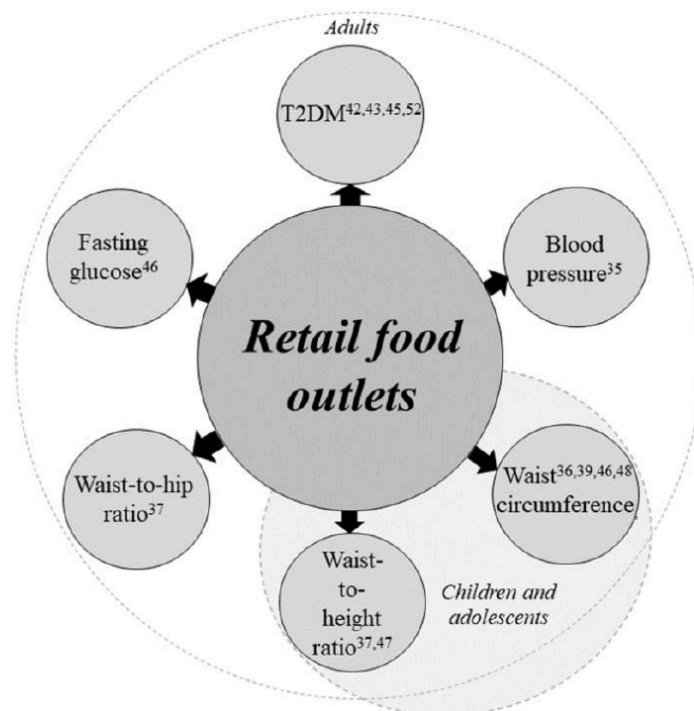


Figure 2 Metabolic syndrome components associated with retail food outlets in adults, children, and adolescents, and in children and adolescents combined and adults. T2DM, type 2 diabetes

Authors of 1 study found that higher fast-food restaurant and supermarket densities were associated with smaller increase in fasting plasma glucose levels,<sup>46</sup> with no evidence that the association differed by sex ( $P$  for interaction  $> 0.05$ ). No relationship was found in 1 study between fast-food restaurants and healthful food resources with the change in glycosylated hemoglobin.<sup>44</sup> Finally, 1 study verified that the change in cardiometabolic risk score was not associated with the Retail Food Environment Index or fast-food restaurant density or and count.<sup>49</sup>

#### Risk of bias

All the selected studies were evaluated according to NOS. The score ranged between a minimum of 7 to a maximum of 9 stars (lower risk of bias). According to checklist items, the main limitations included, in 4 studies,<sup>38,42,46,47</sup> incomplete follow-up and reasons for conducting the study were not described and explored and, in 2 studies, the follow-up time was not long enough to identify associations with T2DM,<sup>38,46</sup> hypertension, and dyslipidemia.<sup>38</sup>

Despite these limitations, the articles selected allowed us to raise important questions regarding the influence of retail food outlets on MetS and were of good quality.

#### DISCUSSION

To our knowledge, this systematic review is the first to gather evidence on the longitudinal association of retail food outlets and MetS. Despite the variety of methods used to define and measure retail food outlets among the studies and the different associations observed, consistent results with other systematic reviews were found.<sup>17,18,21,22</sup>

As noted, most cohort studies were conducted in North America and Europe.<sup>34–36,39–43,45–48,52</sup> Although associations of retail food outlets with MetS were found in different countries, divergence in neighborhood socioeconomic status,<sup>54–56</sup> culture, and laws that regulate local provision, purchase, and consumption of foods<sup>57</sup> may influence individual risk and make it difficult to generalize and compare the results found.

Another obstacle related to the comparison of studies was the source of data used in the evaluation of retail

food outlets, given the wide variety of data collection methods available.<sup>58</sup> As demonstrated, most cohort studies assessing retail food outlets used secondary databases. The objective observation technique, as an audit tool, is a more accurate method of identifying food outlets compared with using commercial business listings, although measurement errors may have occurred.<sup>59</sup> Thus, combinations of different types of measures may yield more valid retail food outlets measures.<sup>60</sup> For example, individual, local food perceptions may detect variations in healthy food availability and quality that were not captured by objective measures.<sup>60</sup>

There was also a lack of standardization regarding the buffer types (ie, network, circular, and straight line) and distances (range, 0.06–1 mile, corresponding to 100 to 1,600 m) used in studies included in this review. Buffers are boundaries around areas or points within a specified distance; they are useful for capturing all features of the built environment that surround a particular location, providing detailed information and reflecting the local food environment.<sup>61</sup> Most studies used a network buffer, defined as the distance between an origin and destination along a network of lines, which can include roads, public transportation, and pedestrian and/or cycling network paths.<sup>61</sup> Compared with circular buffers, a network consisting of an area delineated, “as the crow flies,” as a predefined distance from a reference point,<sup>62</sup> may better capture walking paths.<sup>63</sup>

Buffer sizes were selected on the basis of estimations of neighborhood walkability or distances that individuals might travel to reach food outlets.<sup>64</sup> The decision about geographic area size should consider the hypothesized relationship between the exposure and outcome<sup>65</sup> and varies depending on different criteria, such as a study participant’s age, type of food outlet, and type of transportation.<sup>64</sup> Thus, the appropriate scale used for the spatial definition of neighborhood remains subject to debate and should consider how contextual features potentially damaging to health originate.<sup>66,67</sup>

Just 1 study used the global positioning system to capture real paths traveled in the neighborhood environment to the food outlets.<sup>37</sup> Studies that monitor how exposures to the food environment along paths affect purchasing behavior and nutritional status should be attempted using this accurate method.<sup>62</sup>

### **Retail food environment among children and adolescents**

Evidence showed an increasing trend toward the number of retail food outlets around schools, providing children and adolescents greater accessibility to obesity-promoting foods<sup>68–70</sup> and this age group eating fast

food more frequently.<sup>71</sup> A recent study demonstrated that excess child body size is associated with neighborhood deprivation and unhealthy dietary behavior but not with the density of or location near home and school of unhealthy retail food outlets (ie, fast-food restaurants, convenience or takeaway stores).<sup>72</sup> However, the relationship between food environment and obesity is complex and the pathways linking fast-food outlets, area-level deprivation, diet quality, and BMI must be considered.<sup>73</sup> As we found in this review, the number of fast-food restaurants around schools was associated with abdominal obesity,<sup>48</sup> whereas higher Healthy Food Availability Index around schools was associated with smaller WC change.<sup>36</sup> Given that WC is useful for estimating excess android fat,<sup>74</sup> this measure may help identify early cardiometabolic alterations in children.<sup>75</sup>

Some evidence suggested that lower prices for healthy food options, within a walkable distance from home, were associated with decreased prevalence of overweight and obesity in children.<sup>76–78</sup> This could explain the negative association between convenience stores and WHtR.<sup>47</sup> The classification of convenience store in healthful or unhealthful food outlets can be difficult because these outlets may have a diversity in quality and pricing of foods offered. The negative association found between fast-food restaurants on travel routes and WC was contrary to the expectations, and the authors discussed that these routes were estimated, so the exact environment that individuals engage with and their real travel route may be not reflected, limiting the observations that can be inferred from them.<sup>48</sup>

For children living in a low-income, urban setting, the mode of transportation to school (ie, walking, driving, or taking the bus) did not modify the effect of the association between retail food outlet availability along traveled paths and anthropometric outcomes.<sup>36</sup> However, children living in communities characterized by higher physical (eg, broken windows, trash, graffiti) and social (eg, people fighting, evidence of prostitution) disorder<sup>79</sup> and those living in urban areas and from disadvantaged and racial/ethnic minorities<sup>80</sup> were most likely to walk to school, even with lower levels of perceived safety.<sup>81</sup> These children may not have the necessary resources (ie, cars, time, adults at home immediately before and after school) to be transported to their homes. In addition, high levels of street connectivity or the presence of sidewalks, which is positively associated with the likelihood of walking to school, can also be present in these communities.<sup>81</sup> Even though active transport represents an important opportunity to increase physical activity and energy expenditure,<sup>82,83</sup> active transport may be associated with unfavorable dietary behaviors, such as an increased opportunity to purchase and consume fast food.<sup>84</sup> Thus,

how children are exposed to the food environment along the route to school, the use of zoning laws can be effective for improving eating habits and reducing obesity in infancy.<sup>85,86</sup>

#### Retail food environment among adults

One study showed an association of higher density of fast-food restaurants and supermarkets with smaller changes in fasting plasma glucose levels, and higher supermarket density with smaller increase in WC during follow-up, but not with incident diabetes.<sup>46</sup> According to the researchers, the higher fast-food restaurant density could reflect on neighborhoods with high walkability and income, leading to a greater accessibility to food sources and, in turn, to fewer changes in glycemic measures. Studies showed a positive association of fruit and vegetable consumption and supermarket accessibility.<sup>87,88</sup> On the other hand, the association with smaller increase in WC should be considered with caution because there is a debate regarding how to categorize “good” or “bad” food environments.<sup>10</sup> Supermarkets have been treated as a health-promoting resource, but they provide the opportunity for large purchases of ultra-processed foods<sup>89</sup>; thus, access to a supermarket does not necessarily translate into a healthy diet.<sup>90</sup>

It is worth highlighting the mediation effect of BMI and walkability on the causal pathway between retail food outlets and MetS. The association between higher densities of fast-food restaurants and T2DM, adjusted for area walkability (ie, areas with a high diversity of land use and many walkable destinations), was attenuated when adjusted for BMI as a potential mediator.<sup>43</sup> This result was discussed with respect to the fact that, if a high density of fast-food restaurants is poorly balanced by other types of dining options, this can affect T2DM incidence, mediated by greater body weight. Moreover, such finding reflected the coexistence of higher densities of fast-food restaurants in areas with higher walkability, which are associated with lower T2DM risk,<sup>38,91</sup> higher physical activity level,<sup>92</sup> and decreased prevalence of overweight and obesity.<sup>38,91–93</sup> Just like around schools, policy initiatives that include zoning laws to create a healthier food environment around a neighborhood can be effective for public health.<sup>94</sup> Strategies to improve food environment conditions by better regulating fast-food restaurants must be implemented because more convenient access to these establishments, coupled with decreased levels of physical activity, may increase cardiometabolic risk.<sup>34</sup>

Furthermore, neighborhoods with lower walkability and higher density of fast-food restaurants were associated with an increase in BP over time.<sup>35</sup> This adverse effect was confirmed by findings of other

studies, in which a neighborhood with highly walkability was associated with a significantly lower risk of hypertension.<sup>95,96</sup> So, the efforts to increase connected street networks or maximize mixed land use could be beneficial for increasing neighborhood active-living potential, and the residents may become more physically active and adverse health consequences may be reduced.<sup>35</sup>

#### Strengths and limitations

This systematic review has some limitations. A meta-analysis of data was not feasible because of the heterogeneity in outcome and exposure measurements of the included articles. The lower number of cohort studies that included children and adolescents might be a limitation to assure the association between retail food outlets and MetS at this stage of life. Studies that examined the association of retail food outlets and BMI were not included in the scope of this review; thus, some important findings may have been lost. Nevertheless, because previous systematic reviews have been published in which researchers investigated the role of retail food outlets on obesity,<sup>8,16,19,21</sup> these studies were not included. Furthermore, in this review, only cohort studies were identified, which did not account for neighborhood self-selection and had limited capacity to examine the cumulative effect of neighborhood exposure on an individual.<sup>97</sup>

Some of the strengths of this review include out systematic approach based on the PRISMA guidelines,<sup>31</sup> peer review, study-quality assessment through the NOS appraisal tool,<sup>32</sup> and the inclusion of 18 individual-level longitudinal studies covering a range of objective retail food outlets measures. Another strong point is that there was no restriction on age groups, reinforcing the discussion about the role of retail food outlets on MetS in childhood and adulthood.

#### Public health and policy implications

Twelve studies in this review found that retail food outlets are independently associated with the development of MetS, and this finding has some public health implications, as discussed in included reports on 5 cohorts.<sup>34,35,42,44,48</sup>

The use of zoning laws was proposed to restrict locations of unhealthy retail food outlets; provide incentives for chain grocers to open stores in disadvantaged, underserved areas; and existing food retailers to offer healthier products. For example, the United Kingdom has implemented zoning or licensing restrictions restricting the distance from takeaway food outlets to schools to  $\geq 400$  m and restricting location and hours of

operation of fast-food vans.<sup>85</sup> The creation of healthy eating zones around schools can be an important policy. South Korea has created “Green Food Zones,” where sales of unhealthy foods are restricted to within 200 m of schools, decreasing frequency of visits to the fast-food outlets by resident students in areas with a low density of fast-food outlets.<sup>86</sup>

By using computer simulation, 1 study showed that increased access to grocery stores is associated with a significant decrease in BMI in economically disadvantaged communities with high prevalence of obesity-related diseases.<sup>94</sup> In the case of the Los Angeles, California, “fast food ban,” regulations to prevent new drive-through windows, new stand-alone fast-food restaurants, or expanding floor space have not achieved evidence of improved diet or reduced obesity rates among residents.<sup>98</sup> The slow change in the food environment, failure of food environment regulations, and possibly a limited association between retail food outlets and diet were suggested reasons for these results.<sup>98</sup>

Some interventions to eliminate disparities in access to food have been investigated. In a randomly selected cohort, the introduction of a full-service supermarket in a low-income area with limited access to fresh products and foods, positively affected residents’ income, reduced food insecurity, and decreased hypercholesterolemia and diabetes diagnostics, compared with the control neighborhood.<sup>99</sup> An intervention aimed at encouraging the development of supermarkets in underserved areas by providing grants and loans to defray the infrastructure costs of developing new grocery stores moderately increased perceptions of food access but did not lead to changes in fruit and vegetable intake or BMI.<sup>100</sup> In a cluster-randomized trial, bringing mobile fresh markets to low-income neighborhoods increased fruit and vegetable intake in comparison with the control group.<sup>101</sup> Because fruit and vegetable prices are usually lower in fresh markets than in supermarkets, their importance in improving healthy food access and food security has been demonstrated.<sup>102</sup> The success of these efforts depends on policymakers’ ability to identify communities that most need interventions<sup>94</sup> and to adapt strategies to local circumstances, to engage diverse political sectors (eg, public health and economics), including industry as being a part of the solution to increase fresh food access in underserved markets; and to identify the establishment systems for monitoring and evaluating the impact of such initiatives.<sup>103</sup>

It is worth noting that community food environment interventions are complex, and their potentially modifiable effects are achieved in the long term. Furthermore, given that individuals’ eating behaviors are influenced by several factors,<sup>4</sup> efforts to reduce obesity by simply focusing on encouraging people to

change their unhealthy eating habits may be insufficient, and broader policy strategies are needed, representing a major challenge for policymakers. For local food systems, to promote healthier choices, a change in the modes of production, preparation, consumption, and waste of food must be considered.<sup>29</sup> In addition, the establishment of broader solutions to deal with food insecurity or the social determinants of poor dietary choices could be a more effective strategy than simply restricting the location or density of retail food outlets.<sup>48</sup>

### Future research

In this review, we provide new insights to and highlight the necessity of more epidemiological studies, particularly longitudinal ones, with a multilevel framework to investigate the complex person-to-environment influences. Assessing indirect effects of environmental characteristics on MetS with mediating pathways may lead to proposing more efficient interventions targeting mechanisms. Researchers should examine the roles of food consumption, sedentary behavior, psychological characteristics, and perceptions of the neighborhood to modify food environment–MetS associations. Also, testing changes in the retail food environment with interventional or quasi-experimental studies could provide robust evidence to scale up public health policies.

Researchers should consider using new technologies to capture accurate measurements that are more representative of neighborhoods and useful for monitoring environmental risks, like global positioning data from mobile phones, geolocated data from social media, and satellite imaging. Finally, because the longitudinal studies found in this review assessed only formal retail food outlets, more cohorts are needed to investigate the influence of informal retail food outlets, such as mobile and street-food vendors on MetS, mainly in low- and middle-income countries.

### CONCLUSION

On the basis of the total number of cohorts included in this study, limited evidence for longitudinal associations between retail food outlets and MetS components was found, and those were mainly in children and adolescents. Of the 18 studies included, 12 showed that the retail food outlets characteristics were independently associated with MetS, and 3 of these studies were of children and adolescents. Researchers should consider the use of standardized retail food outlet measurements and accurate analysis to better understand the influence of food environment on MetS components. Because retail food outlets influence MetS indirectly, mediation analysis may better identify the

intermediary's factors and improve understanding of the specific mechanisms involved in this association.

### Acknowledgments

**Author contributions.** F.M.A., M.S.F., and D.S.G. conducted the literature search and assessed studies for eligibility and risk of bias, and extracted data from included studies. All authors made contributions to the conception and/or the design of the work, to the interpretation of study data, drafting of the manuscript, and revision of the content of the final review. All authors approved the final version of the manuscript.

**Funding.** We thank the Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) and the *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior* (code 001) for granting doctoral scholarships to F.M.A and M.S.F. The current work was supported by the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (grants 478 910/2013–2014, 407 547/2012–2016, and 458 523/2014–2013) and FAPEMIG (APQ-02979–2016).

The funders had no input in the conception, design, and conducting of this study.

**Declaration of interest.** The authors declare no conflicts of interest.

### Supporting Information

The following Supporting Information is available through the online version of this article at the publisher's website.

[Appendix S1 Search strategies used in the databases](#)

[Appendix S2 PRISMA 2020 checklist](#)

### REFERENCES

- World Health Organization. *Global Health Estimates 2016: Deaths by Cause, Age, Sex, by Country and by Region, 2000–2016*. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2018.
- National Cholesterol Education Program. Executive summary of the third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA*. 2001;285:2486–2497.
- Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ. The metabolic syndrome. *Lancet*. 2005;365:1415–1428.
- Glanz K, Sallis JF, Saelens BE, et al. Healthy nutrition environments: concepts and measures. *Am J Health Promot*. 2005;19:330–333.
- Story M, Kaphingst KM, Robinson-O'Brien R, et al. Creating healthy food and eating environments: policy and environmental approaches. *Annu Rev Public Health*. 2008;29:253–272.
- Swinburn B, Egger G, Raza F. Dissecting obesogenic environments: the development and application of a framework for identifying and prioritizing environmental interventions for obesity. *Prev Med*. 1999;29:563–570.
- Davison KK, Birch LL. Childhood overweight: a contextual model and recommendations for future research. *Obes Rev*. 2001;2:159–171.
- Letarte L, Pomerleau S, Tchernof A, et al. Neighbourhood effects on obesity: scoping review of time-varying outcomes and exposures in longitudinal designs. *BMJ Open*. 2020;10:e034690.
- Swinburn B, Sacks G, Vandevijvere S, et al; INFORMAS. INFORMAS (International Network for Food and Obesity/Non-Communicable Diseases Research, Monitoring and Action Support): overview and key principles. *Obes Rev*. 2013;14(suppl 1):1–12.
- Caspi CE, Sorensen G, Subramanian SV, et al. The local food environment and diet: a systematic review. *Health Place*. 2012;18:1172–1187.
- Engler-Stringer R, Le H, Gerrard A, et al. The community and consumer food environment and children's diet: a systematic review. *BMC Public Health*. 2014;14:522.
- Bivoltis A, Cervigni E, Trapp G, et al. Food environments and dietary intakes among adults: does the type of spatial exposure measurement matter? A systematic review. *Int J Health Geogr*. 2018;17:19.
- Black C, Moon G, Baird J. Dietary inequalities: what is the evidence for the effect of the neighbourhood food environment? *Health Place*. 2014;27:229–242.
- Thornton LE, Kavanagh AM. Association between fast food purchasing and the local food environment. *Nutr Diabetes*. 2012;2:e53.
- Boone-Heinonen J, Gordon-Larsen P, Kiefe CL, et al. Fast food restaurants and food stores: longitudinal associations with diet in young to middle-aged adults: the CARDIA study. *Arch Intern Med*. 2011;171:1162–1170.
- Johnson KA, Showell NN, Flessa S, et al. Do neighborhoods matter? A systematic review of modifiable risk factors for obesity among low socio-economic status Black and Hispanic children. *Child Obes*. 2019;15:71–86.
- Leal C, Chaix B. The influence of geographic life environments on cardiometabolic risk factors: a systematic review, a methodological assessment and a research agenda. *Obes Rev*. 2011;12:217–230.
- Malambo P, Kengne AP, De Villiers A, et al. Built environment, selected risk factors and major cardiovascular disease outcomes: a systematic review. *PLoS One*. 2016;11:e0166846.
- An R, He L, Shen MJ. Impact of neighbourhood food environment on diet and obesity in China: a systematic review. *Public Health Nutr*. 2020;23:457–473.
- Cobb LK, Appel LJ, Franco M, et al. The relationship of the local food environment with obesity: a systematic review of methods, study quality, and results. *Obesity (Silver Spring)*. 2015;23:1331–1344.
- da Costa Peres CM, Gardone DS, Mendes LL, et al. Retail food environment around schools and overweight: a systematic review. *Nutr Rev*. 2020;78:1–16.
- Williams J, Scarborough P, Matthews A, et al. A systematic review of the influence of the retail food environment around schools on obesity-related outcomes. *Obes Rev*. 2014;15:359–374.
- Block JP, Christakis NA, O'Malley AJ, et al. Proximity to food establishments and body mass index in the Framingham Heart Study offspring cohort over 30 years. *Am J Epidemiol*. 2011;174:1108–1114.
- Courtemanche C, Carden A. Super-sizing supercenters? The impact of Walmart supercenters on body mass index and obesity. *J Urban Econ*. 2011;69:165–181.
- Molina M, Servan-Mori E, Quezada AD, et al. Is there a link between availability of food and beverage establishments and BMI in Mexican adults? *Public Health Nutr*. 2017;20:3326–3332.
- Assis MM, Leite MA, Carmo ASD, et al. Food environment, social deprivation and obesity among students from Brazilian public schools. *Public Health Nutr*. 2019;22:1920–1927.
- Gebreab SY, Davis SK, Symanzik J, et al. Geographic variations in cardiovascular health in the United States: contributions of state- and individual-level factors. *J Am Heart Assoc*. 2015;4:e001673.
- Sponholtz TR, Vasan RS. Contribution of the neighborhood environment to cross-sectional variation in long-term CVD risk scores in the Framingham Heart Study. *PLoS One*. 2018;13:e0201712.
- Downs SM, Ahmed S, Fanzo J, et al. Food environment typology: advancing an expanded definition, framework, and methodological approach for improved characterization of wild, cultivated, and built food environments toward sustainable diets. *Foods*. 2020;9:532.
- Centre for Reviews and Dissemination. *Systematic Reviews CRD's Guidance for Undertaking Reviews in Health Care*. University of York, UK: Centre for Reviews and Dissemination. Available at: [https://www.york.ac.uk/media/crd/Systematic\\_Reviews.pdf](https://www.york.ac.uk/media/crd/Systematic_Reviews.pdf). Accessed June 15, 2020.
- Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. Updating guidance for reporting systematic reviews: development of the PRISMA 2020 statement. *J Clin Epidemiol*. 2021;134:103–112.
- Wells GS, O'Connell D, Peterson J, et al. The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta-analyses. Available at: [http://www.ohri.ca/programs/clinical\\_epidemiology/oxford.asp](http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp). Accessed February 23, 2021.
- McHugh ML. Interrater reliability: the kappa statistic. *Biomed Med (Zagreb)*. 2012;22:276–282.

34. Li F, Harmer P, Cardinal BJ, et al. Built environment and 1-year change in weight and waist circumference in middle-aged and older adults: Portland Neighborhood Environment and Health Study. *Am J Epidemiol*. 2008;169:401–408.
35. Li F, Harmer P, Cardinal BJ, et al. Built environment and changes in blood pressure in middle aged and older adults. *Prev Med*. 2009;48:237–241.
36. Rossen LM, Curriero FC, Cooley-Strickland M, et al. Food availability en route to school and anthropometric change in urban children. *J Urban Health*. 2013;90:653–666.
37. Xu H, Short SE, Liu T. Dynamic relations between fast-food restaurant and body weight status: a longitudinal and multilevel analysis of Chinese adults. *J Epidemiol Community Health*. 2013;67:271–279.
38. Paquet C, Coffee NT, Haren MT, et al. Food environment, walkability, and public open spaces are associated with incident development of cardio-metabolic risk factors in a biomedical cohort. *Health Place*. 2014;28:173–176.
39. Albrecht SS, Osypuk TL, Kandula NR, et al. Change in waist circumference with longer time in the United States among Hispanic and Chinese immigrants: the modifying role of the neighborhood built environment. *Ann Epidemiol*. 2015;25:767–772.
40. Christine PJ, Auchincloss AH, Bertoni AG, 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;175:1311–1320.
41. Kaiser P, Diez Roux AV, Mujahid M, et al. Neighborhood environments and incident hypertension in the multi-ethnic study of atherosclerosis. *Am J Epidemiol*. 2016;183:988–997.
42. Mezuk B, Li X, Cederin K, et al. Beyond access: characteristics of the food environment and risk of diabetes. *Am J Epidemiol*. 2016;183:1129–1137.
43. Polsky J, Moineddin R, Glazier RH, et al. Relative and absolute availability of fast-food restaurants in relation to the development of diabetes: a population-based cohort study. *Can J Public Health*. 2016;107:e527–e533.
44. Carroll SJ, Paquet C, Howard NJ, et al. Local descriptive body weight and dietary norms, food availability, and 10-year change in glycosylated haemoglobin in an Australian population-based biomedical cohort. *BMC Public Health*. 2017;17:149.
45. Gebreab SY, Hickson DA, Sims M, et al. Neighborhood social and physical environments and type 2 diabetes mellitus in African Americans: the Jackson Heart Study. *Health Place*. 2017;43:128–137.
46. Lee JJ, Hwang SJ, Mutalik K, et al. Association of built environment characteristics with adiposity and glycaemic measures. *Obes Sci Pract*. 2017;3:333–341.
47. Ghenadenik AE, Kakinami L, Van Hulst A, et al. Neighbourhoods and obesity: a prospective study of characteristics of the built environment and their association with adiposity outcomes in children in Montreal, Canada. *Prev Med*. 2018;111:35–40.
48. Green MA, Radley D, Lomax N, et al. Is adolescent body mass index and waist circumference associated with the food environments surrounding schools and homes? A longitudinal analysis. *BMC Public Health*. 2018;18:482.
49. Daniel M, Carroll SJ, Nyonsenga T, et al. Concurrent assessment of urban environment and cardiometabolic risk over 10 years in a middle-aged population-based cohort. *Geogr Res*. 2019;57:98–110.
50. Carroll SJ, Dale MJ, Taylor AW, et al. Contributions of multiple built environment features to 10-year change in body mass index and waist circumference in a South Australian middle-aged cohort. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17:870.
51. Min J, Griffis HM, Tam V, et al. Association of neighborhood-level social determinants and food environments with pediatric hypertension care. *Health Place*. 2020;65:102383.
52. Pérez-Ferrer C, Auchincloss AH, Barrientos-Gutierrez T, et al. Longitudinal changes in the retail food environment in Mexico and their association with diabetes. *Health Place*. 2020;66:102461.
53. International Diabetes Federation. The IDF Consensus Worldwide Definition of the Metabolic Syndrome. Available at: <https://www.idf.org/e-library/consensus-statements/60-idf-consensus-worldwide-definition-of-the-metabolic-syndrome.html>. Accessed October 15, 2020.
54. Lارايا BA, Karter AJ, Warton EM, et al. Place matters: neighborhood deprivation and cardiometabolic risk factors in the Diabetes Study of Northern California (DISTANCE). *Soc Sci Med*. 2012;74:1082–1090.
55. Clark CR, Ommerborn MJ, Hickson DA, et al. Neighborhood disadvantage, neighborhood safety and cardiometabolic risk factors in African Americans: biosocial associations in the Jackson Heart study. *PLoS One*. 2013;8:e63254.
56. Merkin SS, Karlamangla A, Roux AD, et al. Race/ethnicity, neighborhood socioeconomic status and cardio-metabolic risk. *SSM Popul Health*. 2020;11:100634.
57. Cummins S, Macintyre S. Food environments and obesity—neighbourhood or nation? *Int J Epidemiol*. 2006;35:100–104.
58. Kelly B, Flood VM, Yeatman H. Measuring local food environments: an overview of available methods and measures. *Health Place*. 2011;17:1284–1293.
59. Bader MD, Allshire JA, Morenoff JD, et al. Measurement of the local food environment: a comparison of existing data sources. *Am J Epidemiol*. 2010;171:609–617.
60. Moore LV, Diez Roux AV, Brines S. Comparing perception-based and geographic information system (GIS)-based characterizations of the local food environment. *J Urban Health*. 2008;85:206–216.
61. Thornton LE, Pearce JR, Kavanagh AM. Using geographic information systems (GIS) to assess the role of the built environment in influencing obesity: a glossary. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2011;8:71.
62. Boruff BJ, Nathan A, Nijenstein S. Using GPS technology to (re)-examine operational definitions of 'neighbourhood' in place-based health research. *Int J Health Geogr*. 2012;11:22.
63. Oliver LN, Schuurman N, Hall AW. Comparing circular and network buffers to examine the influence of land use on walking for leisure and errands. *Int J Health Geogr*. 2007;6:41.
64. Charreire H, Casey R, Salze P, et al. Measuring the food environment using geographical information systems: a methodological review. *Public Health Nutr*. 2010;13:1773–1785.
65. Diez Roux AV. Investigating neighborhood and area effects on health. *Am J Public Health*. 2001;91:1783–1789.
66. Cummins S, Curtis S, Diez-Roux AV, et al. Understanding and representing 'place' in health research: a relational approach. *Soc Sci Med*. 2007;65:1825–1838.
67. Spielman SE, Yoo EH. The spatial dimensions of neighborhood effects. *Soc Sci Med*. 2009;68:1098–1105.
68. Day PL, Pearce J. Obesity-promoting food environments and the spatial clustering of food outlets around schools. *Am J Prev Med*. 2011;40:113–121.
69. Smith D, Cummins S, Clark C, et al. Does the local food environment around schools affect diet? Longitudinal associations in adolescents attending secondary schools in East London. *BMC Public Health*. 2013;13:70.
70. Day PL, Pearce JR, Pearson AL. A temporal analysis of the spatial clustering of food outlets around schools in Christchurch, New Zealand, 1966 to 2006. *Public Health Nutr*. 2015;18:135–142.
71. Forsyth A, Wall M, Larson N, et al. Do adolescents who live or go to school near fast-food restaurants eat more frequently from fast-food restaurants? *Health Place*. 2012;18:1261–1269.
72. Egli V, Hobbs M, Carlson J, et al. Deprivation matters: understanding associations between neighbourhood deprivation, unhealthy food outlets, unhealthy dietary behaviours and child body size using structural equation modelling. *J Epidemiol Community Health*. 2020;74:460–466.
73. Hobbs M, Green M, Roberts K, et al. Reconsidering the relationship between fast-food outlets, area-level deprivation, diet quality and body mass index: an exploratory structural equation modelling approach. *J Epidemiol Community Health*. 2019;73:861–866.
74. Filgueiras MS, Vieira SA, Fonseca PCA, et al. Waist circumference, waist-to-height ratio and conicity index to evaluate android fat excess in Brazilian children. *Public Health Nutr*. 2019;22:140–146.
75. Freedman DS, Serdula MK, Srinivasan SR, et al. Relation of circumferences and skinfold thicknesses to lipid and insulin concentrations in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr*. 1999;69:308–317.
76. Sturm R, Datar A. Body mass index in elementary school children, metropolitan area food prices and food outlet density. *Public Health*. 2005;119:1059–1068.
77. Powell LM, Chaloupka FJ. Food prices and obesity: evidence and policy implications for taxes and subsidies. *Milbank Q*. 2009;87:229–257.
78. Le H, Engler-Stringer R, Muhajarine N. Walkable home neighbourhood food environment and children's overweight and obesity: proximity, density or price? *Can J Public Health*. 2016;107:5347.
79. Curriero FC, James NT, Shields TM, et al. Exploring walking path quality as a factor for urban elementary school children's active transport to school. *J Phys Act Health*. 2013;10:323–334.
80. Babey SH, Hastert TA, Huang W, et al. Sociodemographic, family, and environmental factors associated with active commuting to school among US adolescents. *J Public Health Policy*. 2009;30(suppl 1):S203–20.
81. Rossen LM, Pollack KM, Curriero FC, et al. Neighborhood incivilities, perceived neighborhood safety, and walking to school among urban-dwelling children. *J Phys Act Health*. 2011;8:262–271.
82. Tudor-Locke C, Ainsworth BE, Adair LS, et al. Objective physical activity of Filipino youth stratified for commuting mode to school. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35:465–471.
83. Cooper AR, Page AS, Foster LJ, et al. Commuting to school: are children who walk more physically active? *Am J Prev Med*. 2003;25:273–276.
84. Sanchez-Vaznaugh EV, Bécarea L, Sallis JF, et al. Active school transport and fast food intake: are there racial and ethnic differences? *Prev Med*. 2016;91:281–286.
85. Mitchell C, Cowburn G, Foster C. Assessing the options for local government to use legal approaches to combat obesity in the UK: putting theory into practice. *Obes Rev*. 2011;12:660–667.
86. Joo S, Ju S, Chang H. Comparison of fast food consumption and dietary guideline practices for children and adolescents by clustering of fast food outlets around schools in the Gyeonggi area of Korea. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2015;24:299–307.
87. Morland K, Wing S, Diez Roux A. The contextual effect of the local food environment on residents' diets: the Atherosclerosis Risk in Communities Study. *Am J Public Health*. 2002;92:1761–1767.

88. Robinson PL, Dominguez F, Teklehaimanot S, et al. Does distance decay modeling of supermarket accessibility predict fruit and vegetable intake by individuals in a large metropolitan area? *J Health Care Poor Underserved*. 2013;24:172–185.
89. Demmler KM, Klasen S, Nzuma JM, et al. Supermarket purchase contributes to nutrition-related non-communicable diseases in urban Kenya. *PLoS One*. 2017;12:e0185148.
90. Macintyre S. Deprivation amplification revisited; or, is it always true that poorer places have poorer access to resources for healthy diets and physical activity? *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2007;4:32.
91. Sundquist K, Eriksson U, Mezuk B, et al. Neighborhood walkability, deprivation and incidence of type 2 diabetes: a population-based study on 512,061 Swedish adults. *Health Place*. 2015;31:24–30.
92. Sundquist K, Eriksson U, Kawakami N, et al. Neighborhood walkability, physical activity, and walking behavior: The Swedish Neighborhood and Physical Activity (SNAP) study. *Soc Sci Med*. 2011;72:1266–1273.
93. Creatore MI, Glazier RH, Moineddin R, et al. Association of neighborhood walkability with change in overweight, obesity, and diabetes. *JAMA*. 2016;315:2211–2220.
94. Chen SE, Florax RJ. Zoning for health: the obesity epidemic and opportunities for local policy intervention. *J Nutr*. 2010;140:1181–1184.
95. Chiu M, Rezai MR, Madagan LC, et al. Moving to a highly walkable neighborhood and incidence of hypertension: a propensity-score matched cohort study. *Environ Health Perspect*. 2016;124:754–760.
96. Sarkar C, Webster C, Gallacher J. Neighbourhood walkability and incidence of hypertension: findings from the study of 429,334 UK Biobank participants. *Int J Hyg Environ Health*. 2018;221:458–468.
97. Oakes JM. The (mis)estimation of neighborhood effects: causal inference for a practicable social epidemiology. *Soc Sci Med*. 2004;58:1929–1952.
98. Sturm R, Hattori A. Diet and obesity in Los Angeles County 2007–2012: is there a measurable effect of the 2008 “Fast-Food Ban”? *Soc Sci Med*. 2015;133:205–211.
99. Richardson AS, Ghosh-Dastidar M, Beckman R, et al. Can the introduction of a full-service supermarket in a food desert improve residents’ economic status and health? *Ann Epidemiol*. 2017;27:771–776.
100. Cummins S, Flint E, Matthews SA. New neighborhood grocery store increased awareness of food access but did not alter dietary habits or obesity. *Health Aff (Millwood)*. 2014;33:283–291.
101. Gans KM, Risica PM, Keita AD, et al. Multilevel approaches to increase fruit and vegetable intake in low-income housing communities: final results of the ‘Live Well, Viva Bien’ cluster-randomized trial. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2018;15:80.
102. Gans KM, Gorham G, Risica PM, et al. A multi-level intervention in subsidized housing sites to increase fruit and vegetable access and intake: rationale, design and methods of the ‘Live Well, Viva Bien’ cluster randomized trial. *BMC Public Health*. 2016;16:521.
103. Karpyn A, Manon M, Treuhart S, et al. Policy solutions to the ‘grocery gap’. *Health Aff (Millwood)*. 2010;29:473–480.

## Appendix S1. Search strategies used on the databases

### Scopus

( ( TITLE-ABS-KEY ( "food environment" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "food retail" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "food store" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "food outlet" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "fast food" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "restaurant" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "supermarket" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "grocery store" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "convenience store" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "neighborhood" ) ) ) AND ( ( TITLE-ABS-KEY ( "cardiometabolic risk" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "cardiovascular risk factors" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "metabolic syndrome" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "waist circumference" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "blood pressure" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "hypertension" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "insulin resistance" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "diabetes mellitus" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "glucose" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "insulin" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "cholesterol" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "triglycerides" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "dyslipidemias" ) ) ) )

### Medline

(tw:(“food environment” OR “food retail” OR “food store” OR “food outlet” OR “fast food” OR “restaurant” OR “supermarket” OR “grocery store” OR “convenience store” OR “neighborhood” )) AND (tw:(“cardiometabolic risk” OR “cardiovascular risk factors” OR “metabolic syndrome” OR “waist circumference” OR “blood pressure” OR “hypertension” OR “insulin resistance” OR “diabetes mellitus” OR “glucose” OR “insulin” OR “cholesterol” OR “triglycerides” OR “dyslipidemias”))

### PudMed

((((((((((("food environment"[Title/Abstract] OR "food retail"[Title/Abstract]) OR "food store"[Title/Abstract]) OR "food outlet"[Title/Abstract]) OR "fast food"[Title/Abstract]) OR "restaurant"[Title/Abstract]) OR "supermarket"[Title/Abstract]) OR "grocery store"[Title/Abstract]) OR "convenience store"[Title/Abstract]) OR "neighborhood"[Title/Abstract]) AND (((((((((((("cardiometabolic risk"[Title/Abstract] OR "cardiovascular risk factors"[Title/Abstract]) OR "metabolic syndrome"[Title/Abstract]) OR "waist circumference"[Title/Abstract]) OR "blood pressure"[Title/Abstract]) OR

"hypertension"[Title/Abstract]) OR "insulin resistance"[Title/Abstract]) OR "diabetes mellitus"[Title/Abstract]) OR "glucose"[Title/Abstract]) OR "insulin"[Title/Abstract]) OR "cholesterol"[Title/Abstract]) OR "triglycerides"[Title/Abstract]) OR "dyslipidemias"[Title/Abstract])

### **Embase**

'food environment':ti,ab,kw OR 'food retail':ti,ab,kw OR 'food store':ti,ab,kw OR 'food outlet':ti,ab,kw OR 'fast food':ti,ab,kw OR 'restaurant':ti,ab,kw OR 'supermarket':ti,ab,kw OR 'grocery store':ti,ab,kw OR 'convenience store':ti,ab,kw OR 'neighborhood':ti,ab,kw

AND

'cardiometabolic risk':ti,ab,kw OR 'cardiovascular risk factors':ti,ab,kw OR 'metabolic syndrome':ti,ab,kw OR 'waist circumference':ti,ab,kw OR 'blood pressure':ti,ab,kw OR 'hypertension':ti,ab,kw OR 'insulin resistance':ti,ab,kw OR 'diabetes mellitus':ti,ab,kw OR 'glucose':ti,ab,kw OR 'insulin':ti,ab,kw OR 'cholesterol':ti,ab,kw OR 'triglycerides':ti,ab,kw OR 'dyslipidemias':ti,ab,kw

### **Web of Science**

TÓPICO: ("food environment") OR TÓPICO: ("food retail") OR TÓPICO: ("food store") OR TÓPICO: ("food outlet") OR TÓPICO: ("fast food") OR TÓPICO: ("restaurant") OR TÓPICO: ("supermarket") OR TÓPICO: ("grocery store") OR TÓPICO: ("convenience store") OR TÓPICO: ("neighborhood")

AND

TÓPICO: ("cardiometabolic risk") OR TÓPICO: ("cardiovascular risk factors") OR TÓPICO: ("metabolic syndrome") OR TÓPICO: ("waist circumference") OR TÓPICO: ("blood pressure") OR TÓPICO: ("hypertension") OR TÓPICO: ("insulin resistance") OR TÓPICO: ("diabetes mellitus") OR TÓPICO: ("glucose") OR TÓPICO: ("insulin") OR TÓPICO: ("cholesterol") OR TÓPICO: ("triglycerides") OR TÓPICO: ("dyslipidemias")

### **Scielo**

(\*"food environment") OR ("food retail" ) OR ("food store" ) OR ("food outlet" ) OR ("fast food" ) OR ("restaurant" ) OR ("supermarket" ) OR ("grocery store" ) OR ("convenience

store" ) OR ("neighborhood" ) AND ("cardiometabolic risk" ) OR ("cardiovascular risk factors" ) OR ("metabolic syndrome" ) OR ("waist circumference" ) OR ("blood pressure" ) OR ("hypertension" ) OR ("insulin resistance" ) OR ("diabetes mellitus" ) OR ("glucose" ) OR ("insulin" ) OR ("cholesterol" ) OR ("triglycerides" ) OR ("dyslipidemias")

### **Lilacs**

(tw:(("food environment" OR "food retail" OR "food store" OR "food outlet" OR "fast food" OR "restaurant" OR "supermarket" OR "grocery store" OR "convenience store" OR "neighborhood" )) AND (tw:(("cardiometabolic risk" OR "cardiovascular risk factors" OR "metabolic syndrome" OR "waist circumference" OR "blood pressure" OR "hypertension" OR "insulin resistance" OR "diabetes mellitus" OR "glucose" OR "insulin" OR "cholesterol" OR "triglycerides" OR "dyslipidemias")))

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
<b>TITLE</b>			Page
Title	1	Identify the report as a systematic review.	1
<b>ABSTRACT</b>			
Abstract	2	See the PRISMA 2020 for Abstracts checklist.	2
<b>INTRODUCTION</b>			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of existing knowledge.	3-4
Objectives	4	Provide an explicit statement of the objective(s) or question(s) the review addresses.	4
<b>METHODS</b>			
Eligibility criteria	5	Specify the inclusion and exclusion criteria for the review and how studies were grouped for the syntheses.	5
Information sources	6	Specify all databases, registers, websites, organisations, reference lists and other sources searched or consulted to identify studies. Specify the date when each source was last searched or consulted.	6
Search strategy	7	Present the full search strategies for all databases, registers and websites, including any filters and limits used.	6 and Appendix S1
Selection process	8	Specify the methods used to decide whether a study met the inclusion criteria of the review, including how many reviewers screened each record and each report retrieved, whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	7
Data collection process	9	Specify the methods used to collect data from reports, including how many reviewers collected data from each report, whether they worked independently, any processes for obtaining or confirming data from study investigators, and if applicable, details of automation tools used in the process.	7
Data items	10a	List and define all outcomes for which data were sought. Specify whether all results that were compatible with each outcome domain in each study were sought (e.g. for all measures, time points, analyses), and if not, the methods used to decide which results to collect.	7
	10b	List and define all other variables for which data were sought (e.g. participant and intervention characteristics, funding sources). Describe any assumptions made about any missing or unclear information.	7
Study risk of bias assessment	11	Specify the methods used to assess risk of bias in the included studies, including details of the tool(s) used, how many reviewers assessed each study and whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	7
Effect measures	12	Specify for each outcome the effect measure(s) (e.g. risk ratio, mean difference) used in the synthesis or presentation of results.	Table 3
Synthesis methods	13a	Describe the processes used to decide which studies were eligible for each synthesis (e.g. tabulating the study intervention characteristics and comparing against the planned groups for each synthesis (item #5)).	5
	13b	Describe any methods required to prepare the data for presentation or synthesis, such as handling of missing summary statistics, or data conversions.	Not applicable
	13c	Describe any methods used to tabulate or visually display results of individual studies and syntheses.	7

	13d	Describe any methods used to synthesize results and provide a rationale for the choice(s). If meta-analysis was performed, describe the model(s), method(s) to identify the presence and extent of statistical heterogeneity, and software package(s) used.	7
	13e	Describe any methods used to explore possible causes of heterogeneity among study results (e.g. subgroup analysis, meta-regression).	Not applicable
	13f	Describe any sensitivity analyses conducted to assess robustness of the synthesized results.	Not applicable
Reporting bias assessment	14	Describe any methods used to assess risk of bias due to missing results in a synthesis (arising from reporting biases).	Not applicable
Certainty assessment	15	Describe any methods used to assess certainty (or confidence) in the body of evidence for an outcome.	Not applicable
<b>RESULTS</b>			
Study selection	16a	Describe the results of the search and selection process, from the number of records identified in the search to the number of studies included in the review, ideally using a flow diagram.	8 and figure 1
	16b	Cite studies that might appear to meet the inclusion criteria, but which were excluded, and explain why they were excluded.	8
Study characteristics	17	Cite each included study and present its characteristics.	8-12
Risk of bias in studies	18	Present assessments of risk of bias for each included study.	12
Results of individual studies	19	For all outcomes, present, for each study: (a) summary statistics for each group (where appropriate) and (b) an effect estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval), ideally using structured tables or plots.	Table 2 and 3
Results of syntheses	20a	For each synthesis, briefly summarise the characteristics and risk of bias among contributing studies.	Table 3
	20b	Present results of all statistical syntheses conducted. If meta-analysis was done, present for each the summary estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval) and measures of statistical heterogeneity. If comparing groups, describe the direction of the effect.	Table 3
	20c	Present results of all investigations of possible causes of heterogeneity among study results.	Not applicable
	20d	Present results of all sensitivity analyses conducted to assess the robustness of the synthesized results.	Not applicable
Reporting biases	21	Present assessments of risk of bias due to missing results (arising from reporting biases) for each synthesis assessed.	Not applicable
Certainty of evidence	22	Present assessments of certainty (or confidence) in the body of evidence for each outcome assessed.	Not applicable
<b>DISCUSSION</b>			
Discussion	23a	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence.	12-17
	23b	Discuss any limitations of the evidence included in the review.	17

	23c	Discuss any limitations of the review processes used.	17
	23d	Discuss implications of the results for practice, policy, and future research.	17-20
<b>OTHER INFORMATION</b>			
Registration and protocol	24a	Provide registration information for the review, including register name and registration number, or state that the review was not registered.	6
	24b	Indicate where the review protocol can be accessed, or state that a protocol was not prepared.	6
	24c	Describe and explain any amendments to information provided at registration or in the protocol.	Not applicable
Support	25	Describe sources of financial or non-financial support for the review, and the role of the funders or sponsors in the review.	21
Competing interests	26	Declare any competing interests of review authors.	21
Availability of data, code and other materials	27	Report which of the following are publicly available and where they can be found: template data collection forms; data extracted from included studies; data used for all analyses; analytic code; any other materials used in the review.	Not applicable

From: 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* 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71

For more information, visit: <http://www.prisma-statement.org/>

## 7.2 Artigo original 1

### **Neighborhood obesogenic environment and cardiometabolic risk in Brazilian children: The mediation role of the mother's Body Mass Index**

**Artigo a ser submetido no periódico *British Journal of Clinical Nutrition* (Qualis A1)**

#### **Abstract**

Cardiometabolic risk clustering appears onset in childhood and can be influenced by individual and environmental determinants. We use structural equation modeling to explore the association of neighborhood obesogenic and leptogenic environments with cardiometabolic risk clustering among Brazilian schoolchildren, mediated by ultra-processed food consumption and the mother's Body Mass Index. This cross-sectional study evaluated 367 children aged 8 and 9 years, enrolled in urban schools of Viçosa, Minas Gerais, Brazil. Waist circumference, insulin resistance, blood pressure, high-density lipoprotein-cholesterol, and triglycerides concentrations were measured. The ultra-processed food consumption assessment was performed by applying three 24-hour dietary recall on non-consecutive days. The mother's weight and height average values were used to calculate the Body Mass Index. The neighborhood income, walkability index, and predominantly ultra-processed food stores, as well as public spaces for leisure, and/or physical activities, traffic accidents, crime, and green spaces densities were assessed in four hundred road network buffers around households. From neighborhood and cardiometabolic risk observed variables, four latent variables were obtained from confirmatory factor analysis: neighborhood "obesogenic", and "leptogenic" environments; "high cardiometabolic risk", and "low atherogenic risk". A structural equation model was used to test the direct and indirect associations between neighborhood environment and cardiometabolic risk clusters. The neighborhood obesogenic environment had a significant total effect (Standardized Coefficient =0.172,  $p=0.011$ ) and was indirectly associated with the child's "cardiometabolic risk" cluster, mediated by the mother's Body Mass Index (Standardized Coefficient=0.066,  $p=0.049$ ). Our results reinforce the potential role of the urban environment on maternal obesity and child's cardiometabolic risk, and provide evidence for public health policies aimed to prevent and/or reduce such conditions.

**Keywords:** Metabolic syndrome; Cardiometabolic risk; Children; Built environment; Food Environment

## Introduction

Noncommunicable diseases (NCDs) are the leading cause of premature death globally<sup>(1)</sup>. Out of the 17 million, 38% of deaths due to NCDs occurred in the world in 2019 were caused by cardiovascular diseases (CVDs), such as heart attack and stroke<sup>(2)</sup>. Cardiometabolic risk can be defined as a set of factors that favor the development of CVDs, including dyslipidemia, hypertension, insulin resistance and excess central adiposity<sup>(3)</sup>. Although the clinical manifestations of CVDs appear generally in adulthood, the coexistence of cardiometabolic risk factors at early stage of life can favor the first vascular lesions and the associated CVDs comorbidities<sup>(4, 5)</sup>.

Some aspects of the social and built neighborhood environment are determinants for children's cardiometabolic risk. Evidence showed that obesogenic neighborhoods, whose conditions favor unhealthy lifestyle choices<sup>(6)</sup>, such as unhealthy food environment<sup>(7)</sup>, higher levels crime<sup>(8)</sup> and socioeconomic deprivation<sup>(9)</sup>, and lower access to green spaces<sup>(10)</sup> were positively associated with cardiometabolic risk in children. On the other hand, leptogenic neighborhoods that promote healthy lifestyle choices<sup>(6)</sup>, with better access to healthy foods<sup>(7)</sup>, increased walkability<sup>(11)</sup>, park access<sup>(12)</sup>, facilities for physical activities and active transportation<sup>(13, 14)</sup>, were negatively associated with that risk.

Also, the interaction of environmental (distal), individual and family (proximal) determinants that place children at health-related risks has been investigated<sup>(15, 16)</sup>. It is known that ultra-processed food consumption and parental obesity is positively associated with children's cardiometabolic risk<sup>(17, 18)</sup>. However, no study investigated the simultaneous influence of neighborhood characteristics on cardiometabolic risk, as well as the mediator role of individual and family factors using structural equation modeling approaches. The use of this analytical technique could improve our understanding by providing insights into this complex network of factors.

In view of the above, we aimed to investigate the clustering of cardiometabolic risk factors and evaluate the association of neighborhood obesogenic and leptogenic environments with cardiometabolic risk clustering among Brazilian schoolchildren, mediated by ultra-processed food consumption and the mother's Body Mass Index

(BMI). Our hypothesis is that the neighborhood environment is directly and indirectly associated with child's cardiometabolic risk clustering, being obesogenic and leptogenic environments positively and negatively associated, respectively.

## Methods

### Participants and study design

This cross-sectional study was conducted in *Viçosa, Minas Gerais*, Brazil, as part of two major surveys. Individual-level data was acquired from the "Schoolchildren Health Assessment Survey" (*Pesquisa de Avaliação da Saúde do Escolar*, PASE, in Portuguese), a cross-sectional study that aimed to assess the cardiovascular health of children. Neighborhood-level data was acquired from an ecological study carried out with information from the urban area of the city.

*Viçosa* is a Brazilian city located in the *Zona da Mata* region in the state of *Minas Gerais*, 227 km distant from the capital *Belo Horizonte*. The city has an area of 299 km<sup>2</sup> occupied by 72,220 inhabitants, of whom 93.2% live in the urban area. The Gross Domestic Product (GDP) per capita is US\$ 4,682.22 (R\$ 19,869.94) <sup>(19)</sup>.

A detailed description of study design, sample size calculation, and non-inclusion criteria has been published elsewhere<sup>(20)</sup>. In summary, participants of this study were from PASE, a representative study, with 378 children aged between 8 and 9 years enrolled in urban schools in *Viçosa, Minas Gerais*, Brazil. In 2015, the city had 24 urban schools (17 public and 7 private) that attended children aged between 8 and 9 years old, totaling 1464 children. The sample calculation was performed using the software Epi Info 3.03 considering the analysis of multiple outcomes with prevalence of 50%, tolerated error of 5%, 95% of confidence interval, significance level of 5%, and estimated loss and confounder factors of 20%, resulting in the calculation of 366 children.

The children were selected by stratified random sampling. If the parents/guardians could not be contacted after three attempts, or the children had health problems that altered their nutritional status or body composition or had chronic use of medicine that affected their glucose and/or lipid metabolism, they were not included.

Written informed consent was obtained from parents/guardians. The two major surveys were approved by the Human Research Ethics Committee of the *Universidade Federal de Viçosa* (UFV) (reference numbers 663.171/2014 and 1.821.618/2016) and carried out according to the guidelines of the Declaration of Helsinki. The Municipal Secretary of Education, the Regional Superintendent of Education and school principals also approved the survey.

### **Cardiometabolic risk factors**

Waist circumference (WC) was measured in the presence of the child's parents/guardians by a nutritionist in an appropriate room. The children were barefoot, wore light clothes, and were oriented to remain standing, with the abdomen relaxed, arms hanging along the body, with their feet joined and body weight supported by both legs<sup>(21)</sup>. The WC was measured in duplicate, with an inelastic measuring tape with a 0.1 cm precision (TBW®, SP, Brazil) at the level of the umbilical scar. The average value of the two measurements was used.

Children's blood samples were collected after 12 h of fasting by a trained professional using a venipuncture procedure. The glucose, high-density lipoprotein-cholesterol (HDL-c), and triglycerides (TG) were determined by the colorimetric enzymatic method, using the Bioclin® commercial kit (*Belo Horizonte*, MG, Brazil) and dosed in automatic analyzer equipment (BS-200 Mindray®, Nanshan, China) at the Clinical Analysis Laboratory (LAC) of the Department of Nutrition and Health at UFV.

Fasting insulin was determined by the electrochemiluminescence immunoassay method at the *Diagnósticos do Brasil* laboratory and quantified by the Elecsys Insulin® test. The Homeostatic Model Assessment for Insulin Resistance (HOMA-IR) was calculated according to the equation: fasting insulin ( $\mu\text{U/mL}$ )  $\times$  fasting blood glucose ( $\text{mmol/L}$ )/22.5<sup>(22)</sup>.

Blood pressure was measured using digital blood pressure monitors (Omron, Vernon Hills, IL, USA). Three measures were done with an interval of at least 5 min with the child in a sitting position. With the median values of systolic (SBP) and diastolic (DBP) blood pressure in mmHg, mean arterial pressure (MAP) was calculated ( $\text{MAP} = 1/3(\text{SBP}) + 2/3(\text{DBP})$ )<sup>(23)</sup>. In MAP, SBP and DBP are simultaneously assessed, being considered a sensitivity composite index to identify abnormalities in the borderline range in children<sup>(24)</sup>.

### Neighborhood characteristics

The neighborhood income, walkability index, and predominantly ultra-processed food stores, as well as public spaces for leisure and/or physical activities, traffic accidents, crime and green spaces densities were evaluated. Neighborhood-level data collection was previously described in published studies<sup>(25, 26)</sup>. Using an audit tool, the addresses and characteristics of food stores and public spaces for leisure and/or physical activity were collected. In 2016, 656 food stores were identified. For this work, only those operating in 2015 were considered (individual data collection period of the PASE study), resulting in 612 establishments analyzed. Moreover, twenty-three public spaces for leisure and/or physical activities were identified. Food stores were classified *a priori* according to the degree of food processing. When ultra-processed foods represent more than 50% of the total products available for sale in a food store, these are classified as predominantly ultra-processed food stores<sup>(27)</sup>.

Data from violent crimes and traffic accidents occurred in 2015 were provided by the Secretary of Public Security of the State of *Minas Gerais*. For each neighborhood characteristic, its geographic coordinates (latitude and longitude) were obtained using the Google Maps online search service (<https://www.google.com/maps?hl=en>).

Neighborhood income and green spaces were obtained from the georeferenced data of census sectors from the 2010 Brazilian Demographic Census<sup>(19)</sup>. With total monthly nominal income of permanent households and population (residents in permanent households or population living in permanent private households), mean income of the census tracts from the 2010 Census was calculated to obtain the neighborhood income. This database also contains information of green spaces, considered when existing green areas on the face of the block at observation or its facing face or the median strip, there was a tree along the sidewalk and/or on a median strip that separates opposing lanes of traffic on divided roadways, even if only in part.

The walkability index proposed by Vegi *et al.*<sup>(28)</sup> was used, which considers residential density, presence of sidewalk (%), commercial density, presence of public lighting (%), and the density of intersections between streets (connectivity). Detailed information about the walkability index calculation has been previously described<sup>(28)</sup>.

From the ArcGIS Pro software, 400 m (0.25 miles) road network buffers were built around households. It is suggested to use 400 m buffers as corresponding to a 5-

minutes' walk<sup>(29)</sup>. For green spaces, neighborhood income and walkability, the census tract averages inserted within the buffer around the household were obtained. Food stores, public spaces for leisure and/or physical activities, traffic accidents, and crime were counted within the buffer around households. For analysis purposes, we calculated the density of the values per 1000 inhabitants inside the buffer and categorized them according to the 50<sup>th</sup> percentiles. All data were reprojected to the SIRGAS 2000 datum using QGIS 3.10.12 software.

### **Mediating and confusing variables**

A semi-structured questionnaire was applied by researchers and answered by the parents/guardians to assess the child's household's addresses and socio-demographic characteristics, such as: sex, age, per capita income (R\$), maternal schooling (years) and receipt of government benefit (yes/no).

Ultra-processed food consumption assessment was performed by trained nutritionists that applied three 24-hour dietary recalls on non-consecutive days, including one weekend day. The children responded to the food survey accompanied by their parents or guardians preferably directly involved with the child's diet.

To assist participants in estimating the portion sizes, household utensils and a photograph album with food serving sizes were used <sup>(30)</sup>. Dietary data analysis was performed using Diet Pro® 5i software (version 5.8) to quantify energy intake <sup>(31)</sup>. The ultra-processed foods were defined according to the NOVA classification <sup>(32)</sup>. The mean percentage of ultra-processed foods caloric contribution from the three 24-hour dietary recall was calculated.

How maternal nutritional status can directly determine the cardiometabolic risk in the offspring<sup>(33)</sup>, the mother's Body Mass Index (BMI) was assessed. The maternal weight and height were measured in duplicate using a digital electronic scale (Tanita® Ironman Model BC 553, Tanita Corporation of America Inc, Artlington Heights, USA), with a capacity of 150 kg and accuracy of 0.1 kg, and a stadiometer (Alturexata®, *Belo Horizonte*, Brazil) graduated in millimeters, respectively<sup>(34)</sup>. Weight and height average values were used to calculate the BMI.

## Statistical analyses

Descriptive analysis was carried out in the software Stata® version 13 (StataCorp LP, CollegeStation, TX, USA) by calculating median and interquartile range (IQR) for continuous variables. The variables normality was assessed using the Shapiro-Wilk test, and the Mann-Whitney test was used to assess the distribution of numerical variables according to sex. In this study, we excluded 11 children who did not live in the urban area of Viçosa, with a total of 367 children included in the final sample (see online Supplementary Table 1 for individual characteristics of excluded participants).

The structural equation modeling (SEM) was performed using the Mplus software, version 8.2 (Muthén & Muthén, Los Angeles, USA). An initial hypothesized structural equation model was proposed (Figure 1) in which neighborhood obesogenic and leptogenic environments occupied the most distal position, influencing ultra-processed food consumption and the mother's BMI. In the models, the associations of neighborhood obesogenic and leptogenic environments with child's cardiometabolic risk were investigated, with the ultra-processed food consumption and the mother's BMI as mediated variables. According to the literature review, initially, the latent variables would be composed by the variables: neighborhood obesogenic environment – greater density of ultra-processed food stores, traffic accidents and crime; neighborhood leptogenic environment – high walkability, greater density of public spaces for leisure and/or physical activities, green spaces, and high neighborhood income; and cardiometabolic risk – high WC, TG, MAP and HOMA-IR, and low HDL-c.

Exploratory and confirmatory analysis were used to validate latent variables. The exploratory evaluation was performed through Principal Component Analysis (PCA) in the software SPSS version 20.0, where the Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) coefficient with values between 0.5 and 1.0 is considered satisfactory <sup>(35)</sup>. In the construction of latent variables, a factor loading greater than 0.4 and a p-value <0.05 indicates that the correlation between the observed variable and the latent variable had a moderately to high magnitude <sup>(36)</sup>.

After confirmatory analyses, two latent variables were obtained from observed environmental variables: “neighborhood obesogenic environment” - predominantly ultra-processed food stores, traffic accidents, crime, and walkability; “neighborhood

leptogenic environment” - public spaces for leisure and/or physical activities, green spaces, and neighborhood income.

In SEM, latent environmental variables were categorized according to the 50<sup>th</sup> percentile of the sample. Estimates were obtained using the Robust Maximum Likelihood (RML), used for continuous variables, robust in the absence of normality and which imputes missing data using Full Information Maximum Likelihood (FIML) estimation <sup>(36)</sup>. The theta parameterization controlled the differences in residual variances <sup>(37)</sup>.

The socioeconomic status was a latent variable indirectly measured by three observed variables (maternal schooling, per capita income and receipt of government benefit), which was also validated by exploratory and confirmatory analysis.

To determine whether the model had a good fit, a few criteria were followed, namely: chi-squared test with  $P > 0.05$ , Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) values less than 0.08, Comparative Fit Index (CFI) and Tucker Lewis Index (TLI) values close to 1, and a Standardized Root Mean Square Residual (SRMSR) value less than 1 <sup>(36, 38)</sup>. To obtain suggestions of modifications in the initial hypotheses, the calculation of the modification indices with *modindices* command was used. Theoretical plausibility and modification indices values equals to or greater than 10 were considered for making changes <sup>(36, 38)</sup>. In the final model, direct and indirect associations of exposure variables with the outcomes were evaluated. Evidence of mediation was determined if at least one indirect pathway was significant. The significance level was 5% for all hypothesis tests.

## Results

We evaluated 367 children whose 51.8% were female. Considering the individual characteristics of our sample, the median of the mother’s BMI, and children’s WC, TG, and HDL-c were 25.8, kg/m<sup>2</sup>, 57.5 cm, 73.0 mg/dL, and 49.0 mg/dL, respectively. According to sex, male children had higher HDL-c median (Table 1). The neighborhood characteristics distribution is reported in online Supplementary Table 2.

## Validation of latent variables

From the available environmental variables, we performed an exploratory analysis and identified two clusters, presenting a satisfactory KMO (0.80). The first

cluster contributed to 47.7% of the variance and the second contributed to 25.5%, totaling 73.2% of the variance. From the cardiometabolic risk variables, we also obtained two clusters, presenting a satisfactory KMO (0.69). The first cluster contributed to 41.7% of the variance and the second contributed to 20.3%, totaling 62.0% of the variance. Finally, from the socioeconomic variables, we obtained only one cluster, which presented a satisfactory KMO (0.60) and convergent validity, as well as explained 51.7% of the total variance (see online Supplementary Table 3 for complete PCA parameters).

The measurement models presented adequate and statistically significant loads. Factorial load indicators were overall high for the latent neighborhood “obesogenic” and “leptogenic environment” variables, being public spaces for leisure and/or physical activities the lowest at 0.4. The indicator with the highest load was ultra-processed food stores (0.9). For “cardiometabolic” and “atherogenic” risk latent variables, factorial loads indicators were lower, but all were higher than 0.4, being WC the indicator with the highest load (0.9), and HDL-c with the lowest at 0.4 (Table 2). The correlation between the constructs were significant, but less than 0.9 <sup>(40)</sup> (neighborhood obesogenic and leptogenic environment: 0.5,  $P < 0.001$ , cardiometabolic and atherogenic risk: -0.5,  $P < 0.001$ ), indicating satisfactory in convergent and discriminatory validities, in which each construct had different measurement.

### **Structural Equation Model**

The final model of structural equations showed that neighborhood obesogenic environment was positively associated with mother’s BMI (Standardized Coefficient,  $SC = 0.148$ ,  $p = 0.046$ ), and mother’s BMI was positively associated with child’s cardiometabolic risk ( $SC = 0.443$ ,  $p = 0.000$ ) (Table 3; Figure 2).

The analysis to the standardized estimates of the total and indirect associations of neighborhood obesogenic environment with “cardiometabolic” risk latent variables showed a significant total association ( $SC = 0.172$ ,  $p = 0.011$ ) (Table 3), as well as an indirect and positive association with children’s cardiometabolic risk, with mother’s BMI as a mediator of the relation ( $SC = 0.066$ ,  $p = 0.049$ ). No significant total, direct or indirect association was found between leptogenic environment and “cardiometabolic” and “atherogenic” risk (Table 3; Figure 2).

In general, the models showed good quality of fit, satisfying most of the criteria: chi-squared test: 223.105,  $p=0.000$ ; RMSEA: 0.049; CFI: 0.932; TLI: 0.906; WRMSR: 0.038.

## Discussion

To the best of our knowledge, this is the first study investigating the complex relationship of neighborhood obesogenic and leptogenic environments with the child's cardiometabolic risk clustering using a structural equation model approach. We observed that the neighborhood obesogenic environment was indirectly associated with child's cardiometabolic risk clustering, with the mother's BMI as a mediator. As an innovative feature of this study, we used latent variables to assess both the neighborhood context and the cardiometabolic risk clustering in children.

According Swinburn et al <sup>(6)</sup>, an obesogenic environment can be defined as “the sum of influences that the surroundings, opportunities, or conditions of life have on promoting obesity in individuals or populations”, and leptogenic as “the environment that promotes healthy food choices and encourages physical activity”. In this study, the neighborhood obesogenic environment was indirectly associated with the child's “↑cardiometabolic risk” cluster, mediated by the mother's BMI. This finding revealed not only a genetic predisposition to weight gain, but the sharing of a neighborhood obesogenic environment by the mothers and their offspring <sup>(39)</sup>.

In American children aged 6 to 11 years, it was observed a positive association between obesogenic neighborhoods, child's and parental obesity <sup>(40)</sup>. Shared lifestyle practices, such as diet and physical activity, seems to explain the underlying mechanism of parental obesity's influence on a child's weight, due to the ability they have to control and guide such practices <sup>(41)</sup>. A recent survey with Brazilian children aged 9 to 10 years found that childhood obesity was positively associated with maternal/guardian's obesity, mediated by their own habits, such as screen time and ultra-processed food consumption <sup>(15)</sup>.

Screening children with cardiometabolic risk clustering is important, since multiple metabolic abnormalities already occur at this stage of life and can predict the risk of NCDs in adulthood<sup>(42, 43)</sup>, even remaining at normal weight<sup>(44)</sup>. Metabolic Syndrome has been recognized as the most common cardiovascular disease risk factor clustering, which include central obesity, insulin resistance, hypertriglyceridemia,

hypertension, and reduced HDL-c concentrations. These components shared the insulin resistance as a key factor for its pathophysiology origin and many common treatment approaches grounded in lifestyle modification <sup>(45, 46)</sup>. In this study, contrary to our hypothesis, not only one, but two cardiometabolic risk clusters were obtained: “↑ cardiometabolic risk”, with higher WC, HOMA-IR and MAP; and “↓ atherogenic risk”, with higher HDL-c and lower TG concentrations.

In the “↑Cardiometabolic risk” cluster, the presence of insulin resistance might be associated with the adipose cells hypertrophy and lipogenesis, increasing ectopic adipose deposition, and with endothelial dysfunction, increasing vasoconstriction, pro-inflammation, sodium and water retention and elevated blood pressure<sup>(45, 47)</sup>. In the “↓atherogenic risk” cluster, the nomenclature was assigned because low levels of HDL-c and high levels of TG generally occur concomitantly and must be interpreted as part of an atherogenic risk profile<sup>(48)</sup>. As observed in this cluster, in addition to the low concentrations of TG, the higher HDL-c contribute to endothelial protection against atherogenesis, with the removal of oxidized lipids from low-density lipoprotein-cholesterol, inhibition of adhesion molecules and monocytes to the endothelium and stimulation of the release of nitric oxide <sup>(48, 49)</sup>.

Also contrary to the initial theoretical model, the walkability index was retained in the "obesogenic environment" cluster, with a positive factor loading. Although walkability indicators have been positively associated with active lifestyles and healthy weight status in the pediatric population <sup>(9, 14, 50)</sup> some studies did not support this association <sup>(51-53)</sup>. In this study, the walkability index considers some characteristics that favor urban walking (residential and commercial densities, intersections between roads, the presence of sidewalks and public lighting). However, with the rapid expansion of the federal university, there was a process of densification and verticalization of the Viçosa downtown and the neighborhoods close to it<sup>(54)</sup>. As a consequence, downtown is a higher income region that presents high walkability and also a high density of ultra-processed food stores, traffic accidents and crime, and these health-damaging neighborhood characteristics may have neutralized the health benefits of walkability. So, it is important to consider that a walkability index specific developed for youth, considering other variables such as land-use mix-access and diversity, recreation and walking/cycling facilities and neighborhood aesthetics, could contribute for better understanding its association with children's health<sup>(52)</sup>.

Although we found no direct association between the neighborhood obesogenic environment and the child's "↑cardiometabolic risk" cluster, some evidence confirms its association in the pediatric population. In study with Spanish children aged 9 to 12 years, higher prevalence of obesity was found in an obesogenic neighborhood with higher air pollution, road traffic, and road noise levels<sup>(12)</sup>. Among North American teenagers boys, the same results were found in a neighborhood with lower socioeconomic status and safety, lower parks/recreation densities, higher fast food restaurants and convenience store densities, nearby access to gyms and supermarkets and higher transit stops<sup>(55)</sup>, compared to those living in less obesogenic neighborhoods.

The lack of association can be discussed in view of the complexity of measuring the obesogenic environment<sup>(56)</sup>. In our study it was not possible to assess other important attributes of the built environment mentioned in above research, such as traffic volumes and associated air pollution and noise levels. Moreover, beyond the community environment, there are other dimensions influencing children's dietary behaviors and health that were not assessed, such as the consumer, organizational and information food environment<sup>(41, 57)</sup>.

Also, in this study the leptogenic environment had no direct or indirect association with the child's cardiometabolic risk. Although this relationship have been demonstrated in other studies with children<sup>(12-14)</sup>, the level of parent's perception of neighborhood safety and traffic are factors that could have a greater influence on children's independent mobility when compared to the built environment<sup>(58)</sup>. Furthermore, not only the accessibility, but the characteristics of public open spaces such as size, conditions of cleaning and aesthetics, and greenness preservation are determinants for its use, and consequently for cardiometabolic health<sup>(59)</sup>.

Our results reinforce the potential role of urban design features in maternal obesity and in cardiometabolic risk at early stages of life. This could provide important clues to changes in the neighborhood environment that may positively impact maternal and child's health. Moreover, public health policies focused only on the individual determinants of childhood obesity may be insufficient to prevent it, requiring greater engagement from the urban planning sector.

This work has several strengths. This is the first study that evaluates the association between neighborhood obesogenic and leptogenic environments with

child's cardiometabolic risk in a middle-income country, which has a different development and urbanization profile compared to high-income countries<sup>(60)</sup>. How parental BMI is considered a good indicator of the home environment and parenting style related to the child's eating and physical activity behaviors<sup>(61)</sup>, the maternal obesity could also reflect an obesogenic family context, although it was not possible to evaluate this association. Moreover, in this study it was possible to assess both formal and informal retail food outlets with an objective data collection by using an audit tool. The SEM is a robust analytical technique in which the use of latent variables allowed us to assess the synergism of all variables that composed them and the direct and indirect associations between neighborhood environment and unhealth outcomes. Finally, we investigated only prepubescent children in order to minimize the possible hormonal influences on body composition and biochemical data.

Nevertheless, the present findings should be interpreted with caution. It was not possible to explore other potential childhood cardiometabolic risk factors in our study, such as child's physical activity level, parental neighborhood perceptions and the consumer, organizational and information food environment, characteristics that should also be more comprehensively and included in future modeling. Moreover, although some environmental characteristics were obtained from the 2010 Census database, we highlight that this information presents high quality and allows the replication of results between different Brazilian cities.

We concluded that the neighborhood obesogenic environment was indirectly associated with the child's "↑cardiometabolic risk" cluster, mediated by the mother's BMI. Urban environments that provide healthy lifestyle patterns could be one of the steps to prevent and/or reduce the cardiometabolic risk and comorbidities associated both in children and in their mothers.

## References

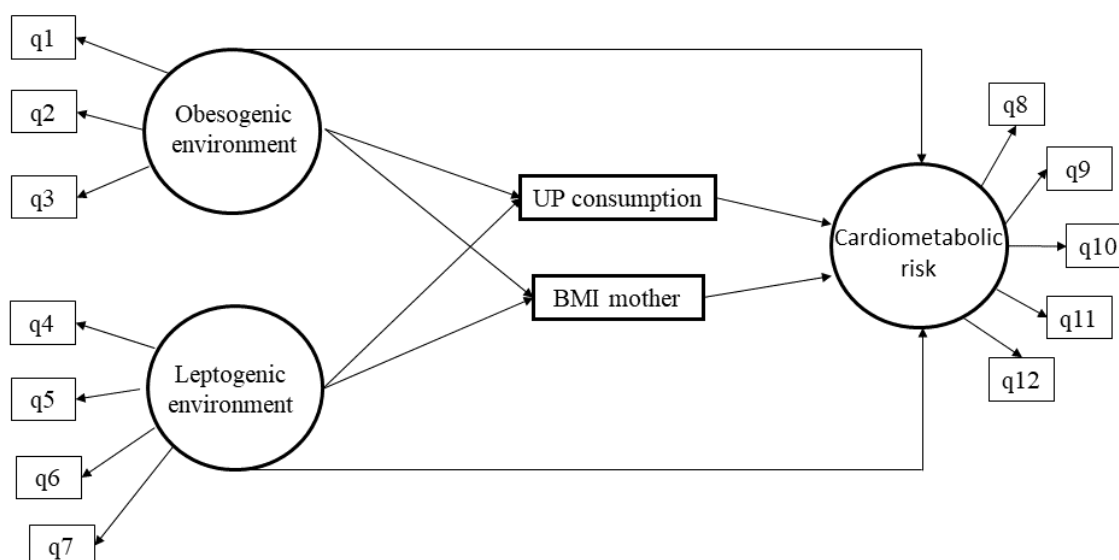
1. World Health Organization(2020) Noncommunicable diseases: Progress monitor 2020. Geneva: World Health Organization.
2. World Health Organization (2021) Cardiovascular diseases (CVDs): fact sheet. [https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)) (accessed November 2021).
3. Després J-P, Poirier P, Bergeron J *et al.* (2008) From individual risk factors and the metabolic syndrome to global cardiometabolic risk. *European Heart Journal Supplements* 10, B24-B33.

4. Berenson GS, Srinivasan SR, Bao W *et al.* (1998) Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. *338*, 1650-1656.
5. McGill Jr HC, McMahan CA, Zieske AW *et al.* (2000) Associations of coronary heart disease risk factors with the intermediate lesion of atherosclerosis in youth. *20*, 1998-2004.
6. Swinburn B, Egger G Raza F (1999) Dissecting obesogenic environments: the development and application of a framework for identifying and prioritizing environmental interventions for obesity. *Preventive medicine* *29*, 563-570.
7. Li Y, Mallinson PAC, Bhan N *et al.* (2019) Neighborhood physical food environment and cardiovascular risk factors in India: Cross-sectional evidence from APCAPS. *Environ Int* *132*, 105108.
8. Broyles ST, Staiano AE, Drazba KT *et al.* (2012) Elevated C-reactive protein in children from risky neighborhoods: evidence for a stress pathway linking neighborhoods and inflammation in children. *PloS one* *7*, e45419.
9. Molina-García J, Queralt A, Adams MA *et al.* (2017) Neighborhood built environment and socio-economic status in relation to multiple health outcomes in adolescents. *Preventive medicine* *105*, 88-94.
10. Markevych I, Thiering E, Fuertes E *et al.* (2014) A cross-sectional analysis of the effects of residential greenness on blood pressure in 10-year old children: results from the GINIplus and LISAPLUS studies. *BMC public health* *14*, 477.
11. Spence JC, Cutumisu N, Edwards J *et al.* (2008) Influence of neighbourhood design and access to facilities on overweight among preschool children. *International journal of pediatric obesity : IJPO : an official journal of the International Association for the Study of Obesity* *3*, 109-116.
12. Hsieh S, Klassen AC, Curriero FC *et al.* (2014) Fast-food restaurants, park access, and insulin resistance among Hispanic youth. *American journal of preventive medicine* *46*, 378-387.
13. Chiang P-H, Huang L-Y, Lee M-S *et al.* (2017) Fitness and food environments around junior high schools in Taiwan and their association with body composition: Gender differences for recreational, reading, food and beverage exposures. *PloS one* *12*, e0182517.
14. Ghenadenik AE, Kakinami L, Van Hulst A *et al.* (2018) Neighbourhoods and obesity: A prospective study of characteristics of the built environment and their association with adiposity outcomes in children in Montreal, Canada. *Preventive medicine* *111*, 35-40.
15. do Carmo AS, Mendes LL, Pessoa MC *et al.* (2020) Family characteristics, perceived environment for physical activity, and childhood obesity: An approach with structural equation models. *American Journal of Human Biology* *n/a*, e23560.
16. Egli V, Hobbs M, Carlson J *et al.* (2020) Deprivation matters: understanding associations between neighbourhood deprivation, unhealthy food outlets, unhealthy dietary behaviours and child body size using structural equation modelling. *Journal of epidemiology and community health* *74*, 460.
17. Ejtahed HS, Heshmat R, Motlagh ME *et al.* (2018) Association of parental obesity with cardiometabolic risk factors in their children: The CASPIAN-V study. *PloS one* *13*, e0193978.
18. Rinaldi AE, Gabriel GF, Moreto F *et al.* (2016) Dietary factors associated with metabolic syndrome and its components in overweight and obese Brazilian

- schoolchildren: a cross-sectional study. *Diabetology & metabolic syndrome* 8, 58.
19. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010). Censo cidades 2010. <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> (Acessed July 2021).
  20. Albuquerque FMd, Filgueiras MDS, Rocha NP *et al.* (2018) Associação das concentrações séricas de zinco com hipercolesterolemia e resistência à insulina em crianças brasileiras. *Cadernos de Saúde Pública* 34, e00175016.
  21. Lohman TG, Roche AF Martorell R (1988) *Anthropometric standardization reference manual*. vol. 177: Human kinetics books Champaign.
  22. Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS *et al.* (1985) Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia* 28, 412-419.
  23. Gauer O (1960) Kreislauf des blutes. In *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*, vol. 28, pp. 65-186 [RH Landois L, editor]. Munich: Urban & Schwarzenberg.
  24. Šuláková T & Feber J (2013) Should mean arterial pressure be included in the definition of ambulatory hypertension in children? *Pediatric Nephrology* 28, 1105-1112.
  25. Almeida LFF, Novaes TG, Pessoa MC *et al.* (2020) Fruit and vegetable consumption among older adults: influence of urban food environment in a medium-sized Brazilian city. *Public health nutrition*, 1-10.
  26. Silva FMOd, Novaes TG, Ribeiro AQ *et al.* (2019) Fatores ambientais associados à obesidade em população adulta de um município brasileiro de médio porte. *Cadernos de Saúde Pública* 35, e00119618.
  27. Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional (2018). Ministério do Desenvolvimento Social/MDS *Estudo técnico: Mapeamento dos desertos alimentares no Brasil*. Brasília: MDSA.
  28. Vegi ASF, Fernandes Filho EI, Pessoa MC *et al.* (2020) Caminhabilidade e envelhecimento saudável: uma proposta de análise para cidades brasileiras de pequeno e médio porte. *Cadernos de Saúde Pública* 36, e00215218.
  29. Day PL & Pearce J (2011) Obesity-promoting food environments and the spatial clustering of food outlets around schools. *American journal of preventive medicine* 40, 113-121.
  30. Zabotto CB, de Toledo Viana RP de Fatima Gil M (1996) *Registro fotográfico para inquéritos dietéticos: utensílios e porções*: UFG.
  31. DIET, PRO. "VERSÃO 5. i." (1997). Software de avaliação nutricional e prescrição dietética. UFV, Viçosa, MG, Brasil. AS Sistema.
  32. Monteiro CA, Cannon G, Levy R *et al.* (2016) NOVA. The star shines bright. *World Nutrition Journal* 7, 28-38.
  33. Dhana K, Haines J, Liu G *et al.* (2018) Association between maternal adherence to healthy lifestyle practices and risk of obesity in offspring: results from two prospective cohort studies of mother-child pairs in the United States. *BMJ (Clinical research ed)* 362, k2486.
  34. Jelliffe DB & World Health Organization (1968) Evaluación del estado de nutrición de la comunidad (con especial referencia a las encuestas en las regiones en desarrollo / Derrick B. Jelliffe ; obra preparada en consulta con veinticinco especialistas de varios países). Ginebra: World Health Organization.
  35. Hair JF, Black WC, Babin BJ *et al.* (2009) *Análise multivariada de dados*: Bookman editora.

36. Kline RB (2015) *Principles and practice of structural equation modeling*: Guilford publications.
37. Muthén LK MB (2010) *Mplus: Statistical analysis with latent variables. User's guide (1998–2010)*. 6 th ed: Muthén & Muthén.
38. Wang J & Wang X (2019) *Structural equation modeling: Applications using Mplus*: John Wiley & Sons.
39. Bogardus C & Swinburn B (2017) Obesity Triggers: Sequencing the Genome Versus Sequencing the Environment. *Obesity* 25, 1861-1863.
40. Saelens BE, Sallis JF, Frank LD *et al.* (2012) Obesogenic neighborhood environments, child and parent obesity: the Neighborhood Impact on Kids study. *American journal of preventive medicine* 42, e57-64.
41. Davison KK & Birch LL (2001) Childhood overweight: a contextual model and recommendations for future research. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity* 2, 159-171.
42. Schubert CM, Sun SS, Burns TL *et al.* (2009) Predictive ability of childhood metabolic components for adult metabolic syndrome and type 2 diabetes. *The Journal of pediatrics* 155, S6.e1-7.
43. Shashaj B, Bedogni G, Graziani MP *et al.* (2014) Origin of Cardiovascular Risk in Overweight Preschool Children: A Cohort Study of Cardiometabolic Risk Factors at the Onset of Obesity. *JAMA Pediatrics* 168, 917-924.
44. Van Hulst A, Ybarra M, Mathieu M-E *et al.* (2020) Determinants of new onset cardiometabolic risk among normal weight children. *International Journal of Obesity* 44, 781-789.
45. Magge SN, Goodman E Armstrong SC (2017) The Metabolic Syndrome in Children and Adolescents: Shifting the Focus to Cardiometabolic Risk Factor Clustering. *Pediatrics* 140.
46. Wang HH, Lee DK, Liu M *et al.* (2020) Novel Insights into the Pathogenesis and Management of the Metabolic Syndrome. *Pediatric gastroenterology, hepatology & nutrition* 23, 189-230.
47. Zhou MS, Wang A Yu H (2014) Link between insulin resistance and hypertension: What is the evidence from evolutionary biology? *Diabetology & metabolic syndrome* 6, 12.
48. Faludi AA, Izar MCdO, Saraiva JFK *et al.* (2017) Atualização da diretriz brasileira de dislipidemias e prevenção da aterosclerose–2017. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 109, 1-76.
49. Siri-Tarino PW, Chiu S, Bergeron N *et al.* (2015) Saturated Fats Versus Polyunsaturated Fats Versus Carbohydrates for Cardiovascular Disease Prevention and Treatment. *Annual review of nutrition* 35, 517-543.
50. Lovasi GS, Jacobson JS, Quinn JW *et al.* (2011) Is the environment near home and school associated with physical activity and adiposity of urban preschool children? *Journal of urban health : bulletin of the New York Academy of Medicine* 88, 1143-1157.
51. Hinckson E, Cerin E, Mavoa S *et al.* (2017) Associations of the perceived and objective neighborhood environment with physical activity and sedentary time in New Zealand adolescents. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity* 14, 145.
52. Noonan RJ, Boddy LM, Knowles ZR *et al.* (2016) Cross-sectional associations between high-deprivation home and neighbourhood environments, and health-related variables among Liverpool children. *BMJ Open* 6, e008693.

53. Stowe EW, Hughey SM, Hallum SH *et al.* (2019) Associations between Walkability and Youth Obesity: Differences by Urbanicity. *Childhood obesity (Print)* 15, 555-559.
54. Maria ACdS, Faria TCdA Stephan IIC (2014) Um retrato da evolução urbana de Viçosa-MG: impactos da federalização da UFV sobre a cidade (1969-2014).
55. Wall MM, Larson NI, Forsyth A *et al.* (2012) Patterns of obesogenic neighborhood features and adolescent weight: a comparison of statistical approaches. *American journal of preventive medicine* 42, e65-75.
56. Mei K, Huang H, Xia F *et al.* (2021) State-of-the-art of measures of the obesogenic environment for children. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity* 22 Suppl 1, e13093.
57. Raza A, Fox EL, Morris SS *et al.* (2020) Conceptual framework of food systems for children and adolescents. *Global Food Security* 27, 100436.
58. Marzi I, Demetriou Y Reimers AK (2018) Social and physical environmental correlates of independent mobility in children: a systematic review taking sex/gender differences into account. *Int J Health Geogr* 17, 24.
59. Paquet C, Orschulok TP, Coffee NT *et al.* (2013) Are accessibility and characteristics of public open spaces associated with a better cardiometabolic health? *Landscape and Urban Planning* 118, 70-78.
60. Gascon M, Vrijheid M Nieuwenhuijsen MJ (2016) The Built Environment and Child Health: An Overview of Current Evidence. *Current environmental health reports* 3, 250-257.
61. Williams JE, Helsel B, Griffin SF *et al.* (2017) Associations Between Parental BMI and the Family Nutrition and Physical Activity Environment in a Community Sample. *Journal of community health* 42, 1233-1239.



**Figure 1.** Initial hypothesized structural equation model of direct and indirect association between neighborhood environment and cardiometabolic risk in schoolchildren. Viçosa, MG, Brazil, 2015.

*Note:* The observed variables are presented in rectangular and latent forms in circular forms. Abbreviations: BMI body mass index, UP ultra-processed food.

q1: ultra-processed food stores, q2: crime, q3: traffic accidents, q4: walkability, q5: public facilities for physical activities, q6: green spaces, q7: neighborhood income, q8: waist circumference, q9: homeostatic model assessment for insulin resistance, q10: mean arterial pressure, q11: triglycerides, q12: high density lipoprotein-cholesterol.

**Table 1.** Distribution of sociodemographic, ultra-processed food consumption and cardiometabolic risk factors according to sex in schoolchildren. Viçosa, Minas Gerais, Brazil, 2015.

Characteristics	Overall (n=367)	Female (n=190)	Male (n=177)	P-value
Per capita income (R\$)	500.0 (314.5, 834.0)	500.0 (329.5, 911.4)	500.0 (300.0, 817.0)	0.655
Maternal schooling (years)	11 (8, 11)	11 (8, 11)	11 (7, 11)	0.784
UP consumption (% TCI)	45.2 (34.3, 54.5)	46.3 (33.7, 53.5)	44.9 (36.8, 55.8)	0.193
Mother's BMI (kg/m <sup>2</sup> )	25.80 (22.80, 29.70)	25.80 (22.98, 29.26)	26.00 (22.68, 30.38)	0.709
WC (cm)	57.50 (53.50, 65.50)	56.70 (53.10, 66.70)	58.30 (55.00, 66.00)	0.105
TG (mg/dL)	73.00 (56.90, 91.00)	76.00 (57.00, 99.00)	71.00 (56.00, 88.50)	0.109
HOMA-IR	0.95 (0.65, 1.46)	1.02 (0.68, 1.66)	0.93 (0.60, 1.43)	0.094
HDL-c (mg/dL)	49.00 (43.00, 56.00)	48.00 (43.00, 54.00)	51.00 (43.00, 58.00)	0.016*
MAP (mmHg)	74.30 (69.30, 78.50)	75.00 (68.33, 78.83)	74.00 (70.33, 78.50)	0.968

Abbreviations: BMI body mass index, UP ultra-processed food, WC waist circumference, TG triglycerides, MAP mean arterial pressure, HDL-c high density lipoprotein-cholesterol, HOMA-IR homeostasis assessment model of insulin resistance, TCI total caloric intake.

Data presented as median (interquartile range).

Mann-Whitney test, \* $P < 0.05$

**Table 2.** Factor loadings of the observed variables (questionnaire) composing the latent variables in the exploratory and confirmatory factor analysis. Viçosa, MG, Brazil, 2015.

Latent variables/observed variables	Exploratory Analysis	Confirmatory analysis
	Factor loadings	Standardized factor loadings
<i>Obesogenic Environment</i>		
Ultra-processed food stores	0.912	0.928
Crime	0.883	0.884
Traffic accidents	0.902	0.908
Walkability	0.847	0.757
<i>Leptogenic Environment</i>		
Public facilities for physical activity	0.762	0.393
Green spaces	0.695	0.670
Neighborhood income	0.777	0.811
<i>Cardiometabolic risk</i>		
WC (cm)	0.824	0.883
HOMA-IR	0.702	0.508
MAP (mmHg)	0.789	0.565
<i>Atherogenic risk</i>		
TG (mg/dL)	-0.717	-0.652
HDL-c (mg/dL)	0.853	0.408
<i>Socioeconomic status</i>		
Maternal schooling (years)	0.739	0.559
Per capita income (R\$)	0.771	0.651
Government program beneficiary	-0.642	-0.373

Abbreviations: WC: waist circumference, TG: triglycerides, MAP: mean arterial pressure, HDL-c: high density lipoprotein-cholesterol, HOMA-IR: homeostasis assessment model of insulin resistance.

**Table 3.** Standardized coefficients ( $\beta$ ) for the final model of structural equations showing the relation of neighborhood environment and cardiometabolic risk in schoolchildren. Viçosa, MG, Brazil, 2015.

Relation	Mediators	Association	Standardized coefficient ( $\beta$ )	SE	<i>P</i> -value
Obesogenic environment → UP consumption		Direct	0.060	0.067	0.371
Obesogenic environment → mother's BMI		Direct	0.148	0.074	0.046*
Leptogenic environment → UP consumption		Direct	0.038	0.098	0.697
Leptogenic environment → mother's BMI		Direct	0.041	0.116	0.721
UP consumption → ↑cardiometabolic risk		Direct	-0.088	0.057	0.124
Mother's BMI → ↑cardiometabolic risk		Direct	0.443	0.065	<0.001*
UP consumption → ↓atherogenic risk		Direct	-0.082	0.078	0.295
Mother's BMI → ↓atherogenic risk		Direct	-0.143	0.086	0.098
Obesogenic environment → ↑cardiometabolic risk		Direct	0.112	0.066	0.091
		Indirect	0.060	0.033	0.072
	UP consumption		-0.005	0.007	0.449
	mother's BMI		0.066	0.033	0.049*
	Total		0.172	0.068	0.011*
			Direct	-0.121	0.066
Leptogenic environment → ↑cardiometabolic risk		Indirect	0.017	0.058	0.360
	UP consumption		-0.004	0.010	0.695
	mother's BMI		0.021	0.059	0.725
	Total		-0.120	0.132	0.360

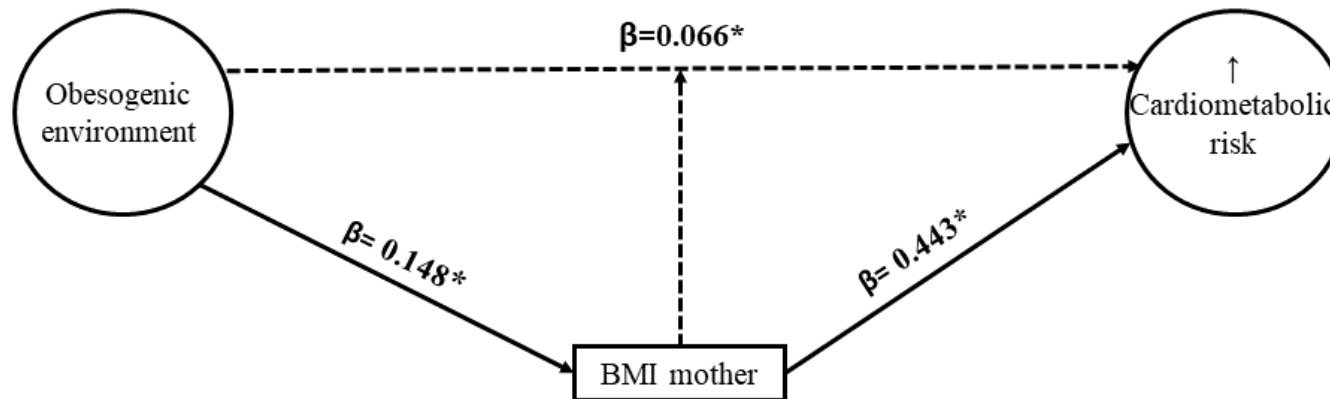
Obesogenic environment → ↓atherogenic risk	Direct	-0.092	0.099	0.352
	Indirect	-0.027	0.017	0.116
	UP consumption	-0.005	0.007	0.476
	mother's BMI	-0.022	0.016	0.168
	Total	-0.124	0.106	0.241
Leptogenic environment → ↓atherogenic risk	Direct	0.038	0.144	0.792
	Indirect	-0.009	0.022	0.659
	UP consumption	-0.003	0.009	0.728
	mother's BMI	-0.006	0.018	0.735
	Total	0.030	0.152	0.842

Abbreviations: BMI body mass index, UP ultra-processed food, SE standard error.

Adjusted for child's sex and socioeconomic status in the assessment of mediators and cardiometabolic and atherogenic risk association was done.

Model indicators: chi-squared test: 223.105 (123 degrees of freedom),  $p=0.000$ ; Root Mean Square of Approximation: 0.049; Comparative Fit Index: 0.932; Tucker–Lewis Index: 0.906; and Standardized Root Mean Square Residual: 0.038.

Structural equation model. \*  $P < 0.05$



**Figure 2.** Final model of structural equations showing the association between obesogenic neighborhood environment and cardiometabolic risk in schoolchildren. Viçosa, MG, Brazil, 2015.

Abbreviation: BMI *body mass index*.

\* $P < 0.05$ .

*Notes:* Values are standardized path coefficients. The observed variables are presented in rectangular and the latent variables in circular forms. Continuous and dotted lines indicate, respectively, direct and indirect associations. Adjusted for by child's sex, age and socioeconomic status.

**Table S1.** Characteristics of total and excluded sample. Viçosa, Minas Gerais, Brazil, 2015.

Characteristics	Total sample (n=367)	Excluded sample (n=11)
Gender		
Male (%)	177 (48.2)	4 (36.4)
Female (%)	190 (51.8)	7 (63.6)
Per capita income (R\$)	500.0 (314.5, 834.0)	330.0 (231.0, 2,250.0)
Maternal schooling (years)	11 (8, 11)	11 (4, 15)
UP consumption (% TCI)	45.2 (34.3, 54.5)	38.4 (36.6, 51.9)
Mother's BMI (kg/m <sup>2</sup> )	25.8 (22.8, 29.7)	21.8 (20.5, 24.6)
WC (cm)	57.5 (53.5, 65.5)	67.0 (52.7, 67.0)
TG (mg/dL)	73.0 (56.9, 91.0)	61.5 (48.0, 68.0)
HOMA-IR	0.9 (0.65, 1.5)	0.8 (0.7, 1.1)
HDL-c (mg/dL)	49.0 (43.0, 56.0)	52.0 (46.0, 57.0)
MAP (mmHg)	74.3 (69.3, 78.5)	73.2 (70.0, 78.0)

Abbreviations: BMI body mass index, UP ultra-processed food, WC waist circumference, TG triglycerides, MAP mean arterial pressure, HDL-c high density lipoprotein-cholesterol, HOMA-IR homeostasis assessment model of insulin resistance, TCI total caloric intake.

**Table S2.** Distribution of neighborhood characteristics in the 400m buffer network. Viçosa, MG, 2015.

<b>Density / 1000 inhabitants</b>	<b>Predominantly ultra-processed food stores (counts)</b>	<b>Public spaces for leisure and/or physical activities (counts)</b>	<b>Crime (counts)</b>	<b>Traffic accidents (counts)</b>	<b>Walkability (z-score)</b>	<b>Green spaces (%)</b>	<b>Neighborhood income (R\$)</b>
Median	19.7	1.3	87.7	46.2	0.4	64.5	692,628.9
IQR	9.1 – 37.6	0 – 1.8	38.4 – 165.9	14.7 – 106.4	-2.8 – 2.1	49.9 – 84.5	526,092.9 – 939,282.2

Abbreviation: IQR interquartile range.

**Table S3.** Principal Component Analysis parameters of the latent variables. Viçosa, MG, Brazil, 2015.

<b>Variables</b>	<b>“Obesogenic Environment”</b>	<b>“Leptogenic Environment”</b>	<b>“Cardiometabolic Risk”</b>	<b>“Atherogenic Risk”</b>	<b>“Socioeconomic Status”</b>
Number of items	4	3	3	2	3
Eigenvalues	3.781	1.344	2.084	1.017	1.552
% Explained variance	47.7	25.5	41.7	20.3	51.7
Total explained variance (%)	73.2		62.0		51.7
Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)	0.802		0.690		0.600

### 7.3 Artigo original 2

#### **Obesogenic environment around schools is associated with cardiometabolic risk clustering in Brazilian children**

**Artigo a ser submetido no periódico** *International Journal of Epidemiology* (Qualis A1)

#### **Abstract**

**Background:** The cardiometabolic risk factors can cluster already in childhood, increasing the risk of cardiovascular diseases in adulthood. The environment around schools represents an important active space in a child's routine and is considered as a determinant influencing factor for their health. In this cross-sectional study, we aimed to evaluate the clustering of cardiometabolic risk factors and its association with the obesogenic and leptogenic environment around schools. **Methods:** A total of 378 children aged 8 and 9 years, enrolled in all urban schools of Viçosa, Minas Gerais, Brazil, were evaluated. Concentrations of high-density lipoprotein-cholesterol and triglycerides, and the insulin resistance, waist circumference and blood pressure were measured. The neighborhood income, walkability index, predominantly ultra-processed food stores, public spaces for leisure and/or physical activities, traffic accidents, crime and green spaces densities were assessed in four hundred road network buffers around schools. To test association of the obesogenic and leptogenic environment around schools with cardiometabolic risk clustering, linear regression models were performed with Generalized Estimating Equations. **Results:** The obesogenic environment around schools was positively associated with child's cardiometabolic risk clustering ( $\beta = 0.13$ ;  $p < 0.001$ ). **Conclusions:** We concluded that public policies aimed at modifying the environment around schools, by providing healthier food options and safe conditions for active mobility, are essential to prevent child's cardiometabolic risk clustering.

**Key-words:** School, Children, Cardiometabolic risk, Food Environment, Built Environment.

## Introduction

The cardiometabolic risk can be defined as a group of factors that increase the risk of cardiovascular diseases (CVDs)<sup>1</sup>. The CVDs affect the heart and blood vessels and represent the main cause of global death. Of the 5.7 million deaths due to CVDs occurred in 2019, 85% were heart attacks and stroke<sup>2</sup>. Even in the early stages of life, cardiometabolic risk factors such as dyslipidemia, hypertension, insulin resistance and excess central adiposity appear to cluster together in a Metabolic Syndrome (MetS), increasing CVDs risk in adult life<sup>3</sup>.

The rapid process of urbanization has been associated with an increasing exposure to the obesogenic environment in urban areas, affecting public health<sup>4</sup>. Since children spend a large proportion of their time at school, this environment has been investigated as a potential determinant to a child's health. In 2001, Davison and Birch developed an ecological framework to investigate the complex interaction of individual, family characteristics, and community environment, that can influence the child's weight gain<sup>5</sup>. In this model, the school environment indirectly determines weight status as a result of its influence on children's lifestyle, demonstrating the potential role of the school environment in promoting children's health<sup>5</sup>.

In this sense, some environmental characteristics surrounding schools can act as barriers or facilitators of healthy dietary patterns and physical activity in children. Studies found that the leptogenic environment around schools, with greater accessibility to healthy food stores and density of green spaces, is negatively associated with cardiometabolic risk in children<sup>6, 7</sup>. Also, the obesogenic environment around schools, with lower availability and/or access to public spaces for physical activity and/or recreational activities, as well as the precarious infrastructure and the insecurity generated by high crime rates and/or traffic accidents, is positively associated with a more sedentary lifestyle and greater adiposity in children<sup>8</sup>.

Considering that no study investigated the association between the obesogenic/leptogenic environment around schools and the clustering of cardiometabolic risk factors in children considering the simultaneous influence of different environmental determinants for this condition, we aimed to evaluate the clustering of cardiometabolic risk factors and its association with the obesogenic and leptogenic environment around schools. Our hypothesis is that these obesogenic and

leptogenic environments around schools are positively and negatively associated, respectively, with the cardiometabolic risk clustering in children.

## Methods

### Participants and study design

This is a cross-sectional study conducted in *Viçosa, Minas Gerais*, Brazil, being part of two major surveys:

1. Schoolchildren Health Assessment Survey (*Pesquisa de Avaliação da Saúde do Escolar*, PASE, in portuguese): an investigation that aimed to assess the cardiovascular health of children aged 8 and 9 years enrolled in all public and private schools in the urban area of *Viçosa*, MG.
2. Data survey of the built environment in the urban area of *Viçosa*, MG: an ecological study with information from all public and private schools, food environment and spaces for leisure and/or physical activity.

*Viçosa* is a Brazilian city located in the *Zona da Mata* region of *Minas Gerais* state, 227 km distant from the capital *Belo Horizonte*. According to the 2010 Census, the city has an area of 299 km<sup>2</sup> occupied by 72,220 inhabitants whom 93.2% live in the urban area, and the Gross Domestic Product per capita is US\$ 4,682.22 (R\$ 19,869.94)<sup>9</sup>.

The study design, sample size calculation and non-inclusion criteria have been previously described <sup>10, 11</sup>. In brief, 378 children were selected by stratified random sampling. The sample calculation was performed using the software Epi Info 3.03, considering the following parameters: the analysis of multiple outcomes with prevalence of 50%; tolerated error of 5%; 95% of confidence interval; significance level of 5%; and estimated loss and confounder factors of 20%. Children with health problems that altered their nutritional status or body composition; chronic use of medicine that affected the glucose and/or lipid metabolism; and whose parents/guardians could not be contacted after three attempts, were not included.

These surveys were carried out following the guidelines established in the Declaration of Helsinki. All parents/guardians signed an informed consent form. Moreover, the two major surveys were approved by the Human Research Ethics Committee of the *Universidade Federal de Viçosa* (UFV) (reference numbers

663.171/2014 and 1.821.618/2016). PASE study was also approved by the Municipal Secretary of Education, the Regional Superintendent of Education and school principals.

### ***Cardiometabolic risk factors***

Trained nutritionists performed waist circumference (WC) evaluation. In the presence of the parents/guardians, the children were oriented to wear light clothes, be barefoot, and remained standing, with the abdomen relaxed, arms hanging along the body, with their feet joined and body weight supported by both legs<sup>12</sup>. The WC was measured in duplicate, with an inelastic measuring tape with a 0.1 cm precision (TBW®, SP, Brazil) at the level of the umbilical scar. The average value of the two measurements was used.

Biochemical examinations were performed at the Clinical Analysis Laboratory (LAC) of the Department of Nutrition and Health at UFV. Blood samples were collected by venipuncture at the antecubital region of children after 12 hours of fasting. The glucose, high-density lipoprotein-cholesterol (HDL-c), and triglycerides (TG) were determined using automatic analyzer equipment (BS-200 Mindray®, Nanshan, China), according to the colorimetric enzymatic method, recommended by the Bioclin® commercial kit (*Belo Horizonte*, MG, Brazil).

The insulin electrochemiluminescence immunoassay was done at the *Diagnósticos do Brasil* laboratory to evaluate fasting insulin using the Elecsys Insulin® test by (Roche Diagnostics, Indianapolis, IN, USA). Insulin resistance was estimated by the homeostasis model of insulin resistance (HOMA-IR) according to Matthews et al.<sup>13</sup>

Blood pressure was measured using digital monitors (Omron, Vernon Hills, IL, USA). With the child in a sitting position, the measure was done three times, with a resting for at least 5 min. The median values of systolic (SBP) and diastolic (DBP) blood pressure in mmHg were used to calculate mean arterial pressure ( $MAP = 1/3(SBP) + 2/3(DBP)$ )<sup>14</sup>. How SBP and DBP are simultaneously assessed in MAP, this is considered a sensitivity composite index to identify abnormalities in the borderline range in children<sup>15</sup>.

### **School environmental characteristics**

The school addresses were provided by the Municipal Secretary of Education of *Viçosa*, MG and its geographic coordinates (latitude and longitude) were obtained using the Google Maps online search service (<https://www.google.com/maps?hl=en>). The geographic coordinates were reprojected from the WGS 84 Geographic Coordinate System to the Projected Coordinate System, Universal Transverse Mercator System (UTM), 23S spindle, SIRGAS 2000 datum, using QGIS 3.10 software. Road network buffers of 400 m (0.25 miles) were built from the ArcGIS Pro software to assess the obesogenic and leptogenic environment around schools. It is recommended to use as it corresponds to a 5-minutes' walk<sup>16</sup>.

Environmental characteristics data collection was previously described in published studies<sup>17-19</sup>. An objective assessment was performed to obtain information about food stores and public spaces for leisure and/or physical activity. Food stores were classified according to the Technical Study "Mapping Food Deserts in Brazil" by *Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional*, which considers the degree of food processing according to the NOVA classification system<sup>20</sup>. When ultra-processed foods represent more than 50% of the total products available for sale in a food store, these are classified as predominantly ultra-processed food stores<sup>20</sup>. For this work, only those operating in 2015 were considered (individual data collection period of the PASE study), resulting in 612 food establishments analyzed.

Public spaces for leisure and/or physical activities were assessed using the adapted Physical Activity Resource Assessment (PARA) instrument<sup>21</sup>. Twenty-three squares and places for walking were identified.

Information about traffic accidents and crime occurred in 2015 was provided by the Secretary of Public Security of the State of *Minas Gerais*. Georeferenced data from neighborhood income and green spaces was obtained from the 2010 Brazilian Demographic Census<sup>9</sup>. This database contains information if, on the face of the block at observation or its facing face or the median strip, there was a green space, that is, if there was a tree along the sidewalk and/or on a median strip that separates opposing lanes of traffic on divided roadways, even if only in part. Presence of green space was also considered when existing trees in areas without paving and/or without sidewalk.

Detailed information about the walkability index calculation has been previously described<sup>22</sup>. In brief, the walkability index was calculated using the formula following:

(intersection density z-score) + (commercial density z-score) + (residential density z-score) + (% presence of sidewalks z-score) + (% presence of street lighting z-score).

Public spaces for leisure and/or physical activity, traffic accidents, and crime were counted within the buffer around each school. For the other variables, the census tract averages inserted within buffers were obtained. For analysis purposes, the density of the values per 1000 inhabitants inside the buffer around school was calculated and categorized according to the tertiles.

### ***Confounding variables***

Sex, age, *per capita* income (R\$), maternal education (years) and receipt of benefit from a government program (yes/no), were collected through a semi-structured questionnaire. *Per capita* income was calculated by dividing the total household income by the actual number of dependent residents on that income at household. From the school addresses, its location (downtown/not downtown) was evaluated.

### ***Statistical analysis***

Descriptive analysis was performed using the software Stata® version 13 (StataCorp LP, CollegeStation, TX, USA). The distribution of variables was assessed using the Shapiro-Wilk test. Individual and school environmental continuous variables were expressed by the minimum and maximum values and the distribution in 25, 50 and 75 percentiles.

The Principal Component Analysis (PCA) was performed in the software SPSS version 20.0 for the extraction of cardiometabolic risk, school environmental and socioeconomic status latent variables. The Kaiser-Meyer-Olkin test ( $KMO > 0.6$ ) and the Bartlett sphericity test ( $p < 0.001$ ) were estimated to assess the strength of the intercorrelations of the variables. The number of factors retained was determined according to the criterion of eigenvalue  $\geq 1$ , followed by the interpretation of the screen plot for the total variance by the number of components, in which the points, on the highest slope, indicated the number of components to be retained. The varimax (for environmental uncorrelated data) and oblimin (for cardiometabolic risk correlated data) rotations were performed to facilitate result interpretation, and only factorial loads greater than or equal to 0.4 (positive or negative) were retained. The nomenclature of

the identified factors was attributed according to the characteristics of the groups formed and extracted by PCA<sup>23, 24</sup>.

To test association between the standardized continuous school environmental factors (independent) and cardiometabolic risk factors (dependent), linear regression models were performed with Generalized Estimating Equations (GEE) in software STATA version 13 (StataCorp LP, College Station, TX, USA), which considers the aggregate effect of individuals (schools)<sup>25</sup>. For this analysis, the exchangeable correlation matrix was used, assuming that the correlation of observations between individuals in a group is the same<sup>26</sup>. The association was estimated by  $\beta$  coefficient and their respective 95% confidence intervals (95% CI). In addition, the collinearities between the variables were verified with the QIC (Quasilikelihood under the Independence model Criterion) value, a specific GEE regression method for selecting the best models. The models were adjusted by sex, age, school location (downtown/not downtown) and by the latent variable of socioeconomic status (maternal education, per capita income and receipt of benefit from a government program). The level of significance for all statistical tests was set at 0.05.

Heat maps were created in QGIS software version 3.10.12. to visualize the spatial distribution of the “leptogenic” and “obesogenic” school environmental variables according to the location of schools (downtown/not downtown).

## Results

In this study, 52.1% of participants were girls. Among cardiometabolic risk factors, the medians of WC, MAP, HOMA-IR, TG and HDL-c were, respectively, 57.5 cm, 74.3 mmHg, 0.9, 73.0 mg/dL and 49.0 mg/dL (Table 1). The total number of evaluated schools were twenty-four, being 70.8% (n=17) public and 37.5% (n=9) located in the city downtown. Surrounding schools, there is a median of 43.2 of ultra-processed food stores, 185.8 of crime and 101.4 of traffic accidents densities (Table 1).

In the PCA analysis, two clusters were identified from the available school environmental variables, presenting a satisfactory KMO (0.801). The first cluster contributed to 50.3% of the variance and the second contributed to 40.9%, totaling 91.2% of the variance (Table 2). The results of PCA analysis to identify the cardiometabolic risk cluster has already been described<sup>27</sup>. From the cardiometabolic

risk variables, we also identified two clusters, presenting a satisfactory KMO (0.691). The first cluster contributed to 41.7% of the variance and the second contributed to 20.3%, totaling 62.0% of the variance. Finally, from the socioeconomic status variables, we obtained only one cluster, which presented a satisfactory KMO (0.60) and explained 62.0% of the total variance.

The identified school environment and cardiometabolic risk factors were named as following: “Obesogenic school environment”: consisting of higher densities of ultra-processed food stores, crime and traffic accidents, and higher walkability; “Leptogenic school environment”: consisting of higher densities of public facilities for leisure and/or physical activity and green spaces, and higher neighborhood income; “↑ Cardiometabolic risk”: consisting of higher WC, MAP and HOMA-IR values; and “↓ Atherogenic risk”: consisting of lower TG and higher HDL-c values.

The “obesogenic school environment” was positive associated with “↑ cardiometabolic risk” ( $\beta = 0.13$ ; CI95% = 0.05, 0.22), independently of age, sex, socioeconomic status and school location (Table 3).

It was observed higher densities of obesogenic (Figure 1) and leptogenic (Figure 2) environmental characteristics around downtown schools, compared with the schools located in other regions.

## Discussion

Our study is the first to document the association between the obesogenic environment around schools and cardiometabolic risk clustering in children. Screening a child’s cardiometabolic risk is important, since the lifestyle modifications in this stage can reduce the CVDs risk throughout life<sup>3</sup>. It is known that MetS is the most common cardiometabolic risk clustering investigated in the pediatric population, characterized by abdominal obesity, insulin resistance, dyslipidemia (high TG and low HDL-c serum concentrations) and hypertension<sup>3</sup>. Due to the multifaceted nature of MetS and the lack of consensus on its diagnostic criteria in children, studies have shown different child’s cardiometabolic risk clustering patterns using factor analysis<sup>28, 29</sup>.

In this study, contrary to the initial hypothesis, not only one, but two cardiometabolic risk clusters were obtained, as following: “↑ cardiometabolic risk”, with higher WC, HOMA-IR and MAP; and “↓ atherogenic risk”, with higher HDL-c and lower TG concentrations. These two clusters represent different patterns of cardiometabolic

risk, being considered “favorable” and “unfavorable” to child’s health. In the “↑ cardiometabolic risk” cluster, the insulin resistance can favor the ectopic adipose tissue deposition and pro-inflammatory adipokines secretion, associated with the endothelial dysfunction and kidney sodium and water retention, elevating the blood pressure<sup>27</sup>. In the “↓ atherogenic risk” cluster, the two risk variables are generally interpreted as a part of an atherogenic risk profile. The low concentrations of TG and the higher HDL-c contribute to a “favorable” atherogenic profile, due to its property of removal of oxidized lipids from low-density lipoprotein-cholesterol, inhibition of adhesion molecules and stimulation of the release of nitric oxide, protecting the endothelium against atherogenesis<sup>27</sup>.

Our finding showed that the obesogenic environment around schools is positively associated with the child’s “↑ cardiometabolic risk” cluster. As observed in figure 1, higher density of the obesogenic environment was observed surrounding downtown schools. Due to the creation of the federal university of *Viçosa* in this area, there was an expansion of this region, with a rapid process of densification and verticalization<sup>30</sup>. As a consequence, downtown is a higher income region that concentrates characteristics of an obesogenic environment, such as higher density of ultra-processed food stores, traffic accidents and crime rates. Moreover, it’s also a region with higher walkability (high residential and commercial densities, intersections between roads, sidewalks and public lighting), that can be a motivator to adopt walking as a transport mode. However, when evaluated as a part of an obesogenic cluster, the benefit of walkability may have been neutralized by the predominant obesogenic characteristics<sup>27</sup>.

Studies that investigated the influence of the environmental characteristics around schools on child’s cardiometabolic risk, generally assessed isolated physical attributes, such as food environment<sup>7, 31, 32</sup>. The school food environment can be defined as the spaces, infrastructure and conditions inside and outside the schools where food is available, obtained or purchased, and consumed, such as tuck shops, kiosks, canteens, food vendors and vending machines<sup>33</sup>. A systematic review showed that the proximity and/or density of retail food establishments around schools can be a potential factor for overweight in students<sup>31</sup>. However, there is a lack of studies that evaluated its relationship with a child’s cardiometabolic risk factors. In children and

adolescents from China<sup>34</sup> and United Kingdom<sup>32</sup>, higher density of fast food restaurants around schools was positively associated with central adiposity.

In a study carried out with Canadian children, the obesogenic school environment (a cluster with a moderately unhealthy food environment inside the school and the highest density of fast food restaurants and convenience stores surrounding the school) was associated with greater child adiposity<sup>35</sup>. Strategies to improve food environment conditions around schools have been suggested. In South Korea and the United Kingdom, the zoning laws have been used to restrict unhealthy food stores location or hours of their operations, and stimulate existing food retailers around schools to offer healthier foods by providing financial incentives<sup>36, 37</sup>.

The higher densities of traffic accidents and crime rates are characteristics of an unsafe environment that can reduce the independent mobility of children<sup>38</sup>. The lack of independence for the active transport and outdoor play can be associated with a reduction in the child's physical activity level and, consequently, to excessive weight gain. In children from California, United States, the incidence of violent crime around schools was positively associated with obesity<sup>39</sup>. One review examined existing "Safe Routes to Schools" programs, including strategies for addressing pedestrian safety, such as sidewalks, bicycle lanes and safe-crossing provisions, speed reducing, police enforcement and school crossing guards. This study showed that there are many benefits associated with the investments in public policies about traffic safety, which can encourage parents to permit their children to walk and bicycle to school<sup>40</sup>.

Although we found no association between the leptogenic environment around schools and child's cardiometabolic risk, there is some evidence that demonstrates its association considering isolated built attributes. In adolescents from Taiwan, higher fitness center densities around schools for boys and, gymnasia and sports stadiums for girls, were associated with lower abdominal adiposity measurements<sup>41</sup>. Moreover, in Portuguese children, greater availability and accessibility to green spaces around schools was associated with lower cardiometabolic risk<sup>6</sup>. This evidence suggests that school proximity to facilities for physical activities and green spaces can encourage children's physical activity and promote cardiometabolic health.

In our study, the lack of association can be discussed based on the fact that, in addition to the accessibility, the size, conditions of cleaning and aesthetics, and greenness preservation of public spaces are important factors related to its use, and

consequently for cardiometabolic health<sup>42</sup>. Furthermore, as observed in figure 2, the spatial distribution of the leptogenic environmental characteristics around schools were similar to the obesogenic environment. Thus, our results reinforce the potential role of the obesogenic environment, in which its influence probably overcame the leptogenic environment surrounding schools.

Our work has several strengths. This is one of the few studies carried out in a middle-income country, with a different urban environment compared to high-income countries<sup>43</sup>. This study was carried out exclusively with prepubescent children, minimizing the possible hormonal influences on body composition and biochemical data. In *Viçosa*, the economic, cultural, and social activities are concentrated in downtown and, for this reason, we adjusted the analysis for the school location. Moreover, the objective assessment enabled us to assess informal retail food outlets around schools, such as mobile food vendors. As limitations, the green spaces, walkability, and neighborhood income were obtained from the 2010 Census database. However, this is considered a high-quality information, providing results replication in different Brazilian cities. Moreover, in this study it was not possible to explore individual variables that can mediate the association between school environment and child's cardiometabolic risk, such as physical activity levels and food consumption, and to evaluate the food environment inside schools, essential to better understand this association.

We concluded that the obesogenic environment around schools is positively associated with cardiometabolic risk clustering in children. This result suggested that public policies aimed to improve the school environment are one of the effective strategies for promoting healthy lifestyle habits and, consequently, reducing cardiometabolic risk in children.

**Acknowledgements:** We are grateful to all the schools, children and their parents who participated in this study. We thank the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) and the Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) for their financial support; and the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) and the FAPEMIG for the

scholarships granted to MS Filgueiras, and FM Albuquerque. We appreciate BioClin® (Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil) for their support in the biochemical analyses.

**Financial Support:** This work was supported by the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq - grant numbers 407547/2012-6, 478910/2013-4, and 458523/2014-3), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG - grant numbers APQ-02052-14 and CDS-APQ-02979-16), and the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES - code 001). The CNPq, FAPEMIG, and CAPES had no role in the design, analysis or writing of this paper.

## References

1. Després J-P, Poirier P, Bergeron J, Tremblay A, Lemieux I, Alméras N. From individual risk factors and the metabolic syndrome to global cardiometabolic risk. *European Heart Journal Supplements*. 2008;10(suppl\_B):B24-B33. doi:10.1093/eurheartj/sum041
2. World Health Organization. Cardiovascular diseases (CVDs): fact sheet. Accessed November 2021, [https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
3. Magge SN, Goodman E, Armstrong SC. The Metabolic Syndrome in Children and Adolescents: Shifting the Focus to Cardiometabolic Risk Factor Clustering. *Pediatrics*. 2017;140(2):e20171603. doi:10.1542/peds.2017-1603
4. Swinburn BA, Sacks G, Hall KD, et al. The global obesity pandemic: shaped by global drivers and local environments. *Lancet*. 2011;378(9793):804-14. doi:10.1016/s0140-6736(11)60813-1
5. Davison KK, Birch LL. Childhood overweight: a contextual model and recommendations for future research. *Obes Rev*. 2001;2(3):159-71. doi:10.1046/j.1467-789x.2001.00036.x
6. Ribeiro AI, Tavares C, Guttentag A, Barros H. Association between neighbourhood green space and biological markers in school-aged children. Findings from the Generation XXI birth cohort. *Environ Int*. 2019;132:105070. doi:10.1016/j.envint.2019.105070
7. Rossen LM, Curriero FC, Cooley-Strickland M, Pollack KM. Food availability en route to school and anthropometric change in urban children. *J Urban Health*. 2013;90(4):653-66. doi:10.1007/s11524-012-9785-4
8. Lovasi GS, Jacobson JS, Quinn JW, Neckerman KM, Ashby-Thompson MN, Rundle A. Is the Environment Near Home and School Associated with Physical Activity and Adiposity of Urban Preschool Children? *Journal of Urban Health*. 2011;88(6):1143-1157. doi:10.1007/s11524-011-9604-3
9. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010). Censo cidades 2010. <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>
10. Albuquerque FMd, Filgueiras MDS, Rocha NP, et al. Associação das concentrações séricas de zinco com hipercolesterolemia e resistência à insulina em crianças brasileiras. *Cadernos de Saúde Pública*. 2018;34:e00175016.

11. Milagres LC, Rocha NP, Filgueiras MS, et al. Vitamin D insufficiency/deficiency is associated with insulin resistance in Brazilian children, regardless of body fat distribution. *Public Health Nutr.* 2017;20(16):2878-2886. doi:10.1017/s136898001700194x
12. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. *Anthropometric standardization reference manual*. vol 177. Human kinetics books Champaign; 1988.
13. Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia.* 1985;28(7):412-9. doi:10.1007/bf00280883
14. Gauer O. Kreislauf des blutes. In: Landois L RH, ed. *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*. Urban & Schwarzenberg; 1960:65-186.
15. Šuláková T, Feber J. Should mean arterial pressure be included in the definition of ambulatory hypertension in children? *Pediatric Nephrology.* 2013;28(7):1105-1112. doi:10.1007/s00467-012-2382-7
16. Day PL, Pearce J. Obesity-promoting food environments and the spatial clustering of food outlets around schools. *Am J Prev Med.* 2011;40(2):113-21. doi:10.1016/j.amepre.2010.10.018
17. Almeida LFF, Novaes TG, Pessoa MC, do Carmo AS, Mendes LL, Ribeiro AQ. Fruit and vegetable consumption among older adults: influence of urban food environment in a medium-sized Brazilian city. *Public Health Nutr.* 2020:1-10. doi:10.1017/s136898002000467x
18. Almeida LFF, Novaes TG, Pessoa MC, do Carmo AS, Mendes LL, Ribeiro AQ. Socioeconomic Disparities in the Community Food Environment of a Medium-Sized City of Brazil. *J Am Coll Nutr.* 2021;40(3):253-260. doi:10.1080/07315724.2020.1755911
19. Silva FMOd, Novaes TG, Ribeiro AQ, Longo GZ, Pessoa MCJCDSP. Fatores ambientais associados à obesidade em população adulta de um município brasileiro de médio porte. *Cadernos de Saúde Pública.* 2019;35:e00119618.
20. Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional (2018). Ministério do Desenvolvimento Social/MDS Estudo técnico: Mapeamento dos desertos alimentares no Brasil. Brasília: MDSA.
21. Lee RE, Booth KM, Reese-Smith JY, Regan G, Howard HHJJoBN, Activity P. The Physical Activity Resource Assessment (PARA) instrument: evaluating features, amenities and incivilities of physical activity resources in urban neighborhoods. 2005;2(1):1-9. doi:10.1186/1479-5868-2-13
22. Fogal AS, Pessoa MC, Fernandes Filho EI, Ribeiro AQ. Built urban environment and functional incapacity: Enabling healthy aging. *Journal of Transport & Health.* 2019/09/01/ 2019;14:100574. doi:doi.org/10.1016/j.jth.2019.100574
23. Martínez-González MA, Sánchez-Villegas A, Faulín Fajardo FJ. *Bioestadística amigable*. 3 ed. Diaz de Santos; 2009.
24. Tabachnick BG, Fidell LS, Ullman JB. *Using multivariate statistics*. vol 5. Pearson Boston, MA; 2007.
25. Agranonik M. Equações de Estimação Generalizadas (GEE): Aplicação em estudo sobre mortalidade neonatal em gêmeos de Porto Alegre, RS (1995-2007). 2009;
26. Hanley JA, Negassa A, Edwardes MDd, Forrester JEJJoe. Statistical analysis of correlated data using generalized estimating equations: an orientation. 2003;157(4):364-375.

27. Albuquerque FM. Neighborhood obesogenic environment and cardiometabolic risk in Brazilian children: The mediation role of the mother's Body Mass Index. *British Journal of Clinical Nutrition*. 2022;
28. Dwyer T, Blizzard L, Venn A, Stankovich JM, Ponsonby AL, Morley R. Syndrome X in 8-y-old Australian children: stronger associations with current body fatness than with infant size or growth. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2002;26(10):1301-9. doi:10.1038/sj.ijo.0802111
29. Goodman E, Dolan LM, Morrison JA, Daniels SR. Factor analysis of clustered cardiovascular risks in adolescence: obesity is the predominant correlate of risk among youth. *Circulation*. 2005;111(15):1970-7. doi:10.1161/01.Cir.0000161957.34198.2b
30. Maria ACdS, Faria TCdA, Stephan IIC. Um retrato da evolução urbana de Viçosa-MG: impactos da federalização da UFV sobre a cidade (1969-2014). 2014;doi:10.3895/rbpd.v3n1.3572
31. da Costa Peres CM, Gardone DS, Costa BVL, Duarte CK, Pessoa MC, Mendes LL. Retail food environment around schools and overweight: a systematic review. *Nutr Rev*. 2020;78(10):841-856. doi:10.1093/nutrit/nuz110
32. Green MA, Radley D, Lomax N, Morris MA, Griffiths C. Is adolescent body mass index and waist circumference associated with the food environments surrounding schools and homes? A longitudinal analysis. *BMC Public Health*. 2018;18(1):482. doi:10.1186/s12889-018-5383-z
33. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2019. School Food and Nutrition Framework. Rome.
34. Chiang PH, Wahlqvist ML, Lee MS, Huang LY, Chen HH, Huang ST. Fast-food outlets and walkability in school neighbourhoods predict fatness in boys and height in girls: a Taiwanese population study. *Public Health Nutr*. 2011;14(9):1601-9. doi:10.1017/s1368980011001042
35. Fitzpatrick C, Datta GD, Henderson M, Gray-Donald K, Kestens Y, Barnett TA. School food environments associated with adiposity in Canadian children. *Int J Obes (Lond)*. Jul 2017;41(7):1005-1010. doi:10.1038/ijo.2017.39
36. Joo S, Ju S, Chang H. Comparison of fast food consumption and dietary guideline practices for children and adolescents by clustering of fast food outlets around schools in the Gyeonggi area of Korea. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2015;24(2):299-307. doi:10.6133/apjcn.2015.24.2.03
37. Mitchell C, Cowburn G, Foster C. Assessing the options for local government to use legal approaches to combat obesity in the UK: putting theory into practice. *Obes Rev*. 2011;12(8):660-7. doi:10.1111/j.1467-789X.2011.00872.x
38. Marzi I, Demetriou Y, Reimers AK. Social and physical environmental correlates of independent mobility in children: a systematic review taking sex/gender differences into account. *Int J Health Geogr*. 2018;17(1):24. doi:10.1186/s12942-018-0145-9
39. Ortega Hinojosa AM, MacLeod KE, Balmes J, Jerrett M. Influence of school environments on childhood obesity in California. *Environ Res*. 2018;166:100-107. doi:10.1016/j.envres.2018.04.022
40. Dumbaugh E, Frank L. Traffic Safety and Safe Routes to Schools: Synthesizing the Empirical Evidence. *Transportation Research Record*. 2007;2009(1):89-97. doi:10.3141/2009-12
41. Chiang PH, Huang LY, Lee MS, Tsou HC, Wahlqvist ML. Fitness and food environments around junior high schools in Taiwan and their association with body composition: Gender differences for recreational, reading, food and beverage exposures. *PLoS One*. 2017;12(8):e0182517. doi:10.1371/journal.pone.0182517

42. Paquet C, Orschulok TP, Coffee NT, et al. Are accessibility and characteristics of public open spaces associated with a better cardiometabolic health? *Landscape and Urban Planning*. 2013;118:70-78. doi:doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.11.011
43. Gascon M, Vrijheid M, Nieuwenhuijsen MJ. The Built Environment and Child Health: An Overview of Current Evidence. *Curr Environ Health Rep*. 2016;3(3):250-7. doi:10.1007/s40572-016-0094-z

**Table 1.** Characterization of school environment and cardiometabolic risk factors of Brazilian children aged 8-9 years. Viçosa, MG, Brazil, 2015.

<b>Characteristics</b>	<b>Minimum</b>	<b>P25</b>	<b>P50</b>	<b>P75</b>	<b>Maximum</b>
<i>School environment (density per buffer)</i>					
Neighborhood income (R\$)	328,659.9	601,644.3	1,015,940.0	1,142,911.9	1,778,219.9
Ultra-processed food stores (counts)	3.9	14.3	43.2	162.3	211.9
Public facilities for PA and/or leisure (counts)	0	1.2	4.2	7.9	16.2
Crime (counts)	6.5	61.5	185.8	844.6	1,210.1
Traffic accidents (counts)	1.3	27.5	101.4	318.9	557.1
Green spaces (%)	15.2	65.2	80.5	117.5	523.6
Walkability (z-score)	-12.9	-0.8	2.7	3.6	5.9
<i>Cardiometabolic risk factors</i>					
Waist circumference (cm)	46.5	53.5	57.5	65.6	95.0
Mean Arterial Pressure (mmHg)	55.7	69.3	74.3	78.3	99.0
HOMA-IR	0.1	0.6	0.9	1.4	15.8
Triglycerides (mg/dL)	29.0	56.0	73.0	90.5	238.0
HDL-c (mg/dL)	29.0	43.0	49.0	56.0	85.0

Abbreviations: PA physical activity, HDL-c high density lipoprotein-cholesterol, HOMA-IR homeostasis assessment model of insulin resistance.

**Table 2.** Factor loadings of the school environmental characteristics of Brazilian children aged 8-9 years. *Viçosa, MG, Brazil, 2015.*

<b>Variables</b>	<b>“Obesogenic school environment”</b>	<b>“Leptogenic school environment”</b>
Neighborhood income	-	0.885
Ultra-processed food stores	0.837	0.451
Public facilities for physical activity	-	0.846
Crime	0.881	-
Traffic accidents	0.943	-
Green spaces	-	0.936
Walkability	0.906	-
Number of items	4	4
Eigenvalues	5.303	1.082
% Explained variance	50.3	40.9
Total explained variance (%)	91.2	
Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)	0.8011	

*Notes:* Environmental characteristics densities were expressed per 1000 residents per 0.25 mile (400 m) network buffer. The tertile of school environment characteristics densities was used for this analysis. Principal component analysis.

**Table 3.** Association between standardized continuous factors from Principal Component Analysis. *Viçosa*, Brazil, 2015.

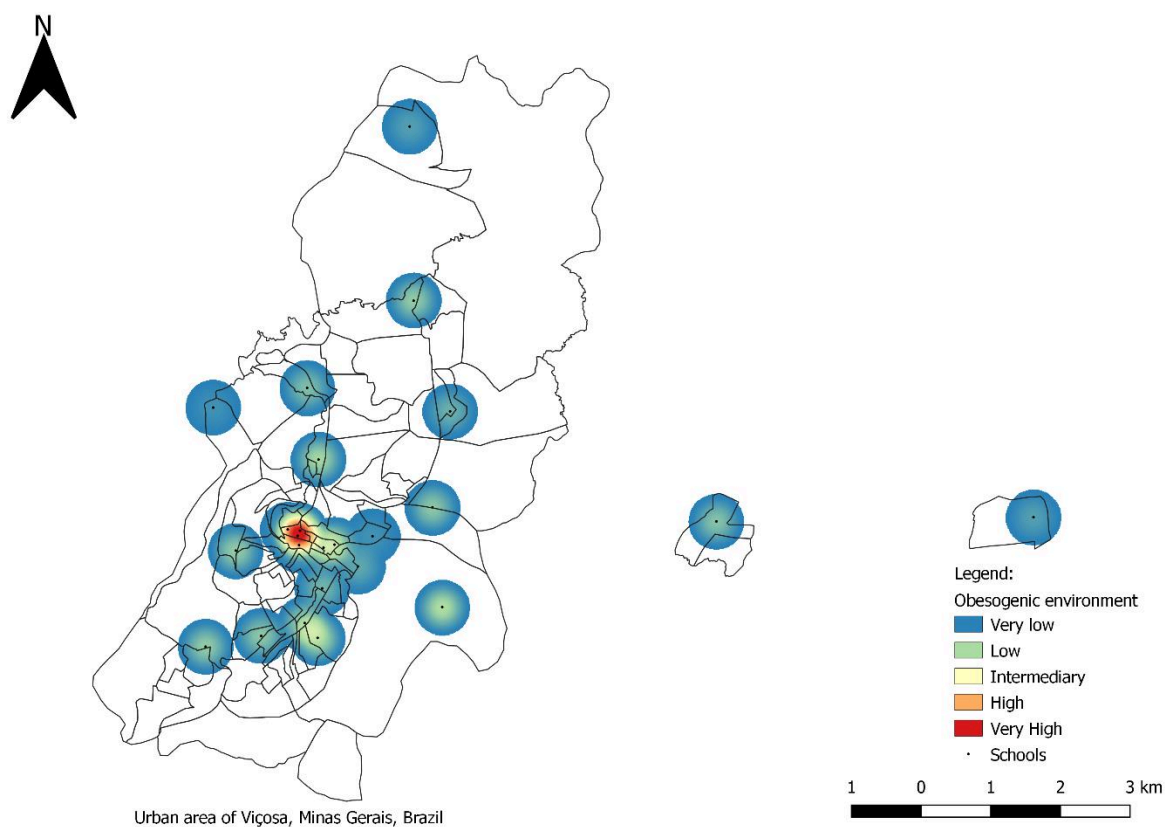
	<i>Model 1</i> ↑ <b>Cardiometabolic risk</b> β (95%CI)	<i>Model 2</i> ↓ <b>Atherogenic risk</b> β (95%CI)
<b>Obesogenic school environment</b>	<b>0.13 (0.05, 0.22)</b>	-0.07 (-0.17, 0.04)
<b>Leptogenic school environment</b>	0.02 (-0.09, 0.14)	-0.01 (-0.11, 0.12)

Abbreviation: 95%CI: 95% confidence interval.

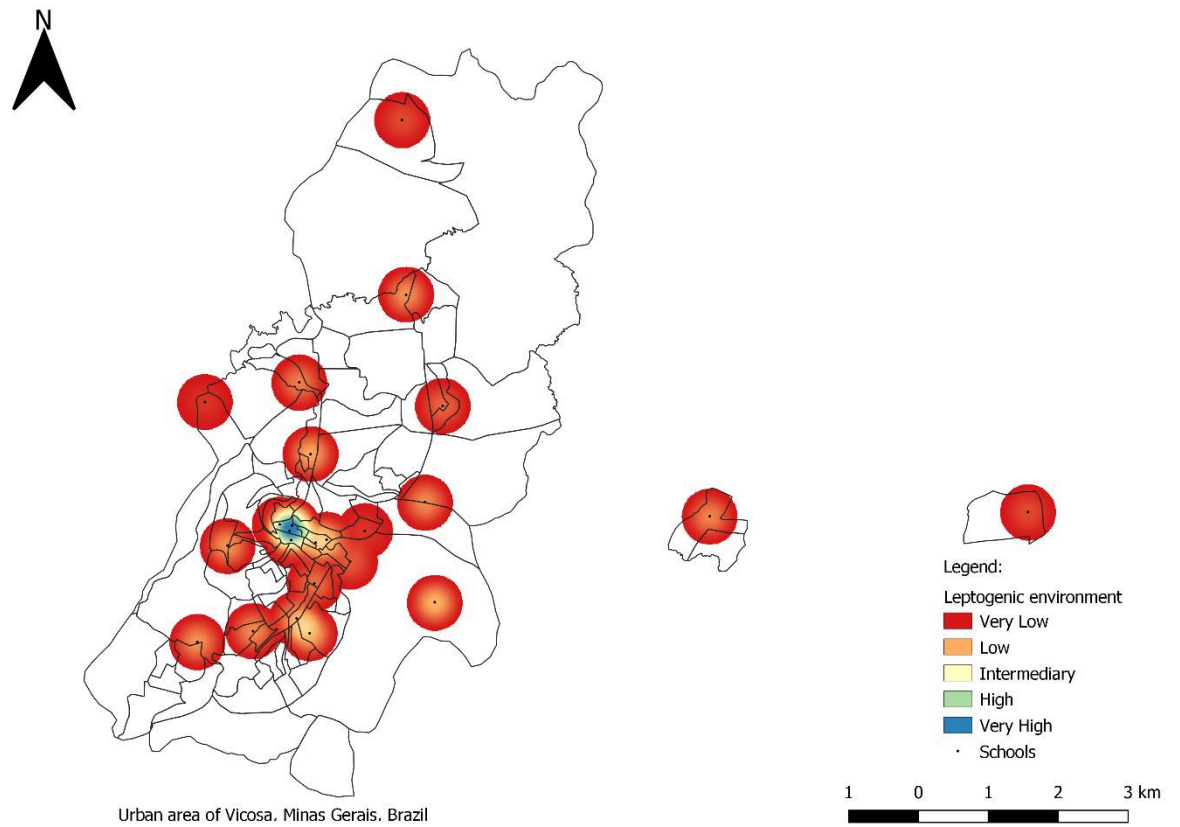
The model was adjusted by sex, age, socioeconomic status and school location.

Bold value ( $P < 0.05$ )

Generalized Estimating Equations



**Figure 1.** Heatmap of obesogenic environment around schools. *Viçosa*, MG, Brazil, 2015.



**Figure 2.** Heatmap of leptogenic environment around schools. *Viçosa*, MG, Brazil, 2015.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O período da infância é considerado um momento propício para a implementação de intervenções precoces com ênfase em modificação nos hábitos de vida. Com o rápido processo de urbanização, os padrões de alimentação e de estilo de vida foram sendo modificados ao longo do tempo, e crianças que vivem em áreas urbanas frequentemente apresentam comportamentos associados a um maior risco cardiometabólico, como sedentarismo e consumo excessivo de alimentos ultraprocessados. Além disso, pelo fato de a infância ser uma fase de total dependência dos pais, o estilo de vida e o estado nutricional materno podem estar diretamente relacionados ao risco cardiometabólico dos filhos, já que as mães são com frequência as responsáveis pela supervisão e controle das atividades de rotina da criança.

Diante disso, observa-se um aumento crescente na exposição a fatores de risco cardiometabólico em idades cada vez mais precoces. Além disso, tem sido demonstrado haver uma coexistência de alterações cardiometabólicas em crianças, como excesso de adiposidade central, resistência à insulina, dislipidemias e hipertensão arterial. Evidências mostram que, caso essas alterações persistam ao longo da vida, o risco de manifestação precoce das doenças cardiovasculares e de agravamento de suas condições é aumentado de forma significativa.

A partir do aumento expressivo da prevalência de alterações cardiometabólicas em crianças, diversas pesquisas foram desenvolvidas com o objetivo de compreender, a partir de modelos teóricos, a complexidade dos fatores determinantes da saúde infantil. Nesses modelos, não somente os fatores individuais e familiares, como também o ambiente no entorno dos domicílios ou escolas são considerados fatores que influenciam, de forma direta ou indireta, a formação dos hábitos e, conseqüentemente, o estado nutricional na infância.

Neste estudo foi demonstrado que crianças que residem em vizinhanças ou frequentam escolas cujo entorno é caracterizado como obesogênico, ou seja, com alta densidade de estabelecimentos de venda de alimentos ultraprocessados, além de altas taxas de criminalidade e acidentes de trânsito, apresentam maior risco cardiometabólico, com alterações no perímetro da cintura, pressão arterial e resistência à insulina. Além disso, o Índice de Massa Corporal materno atua como

mediador da relação entre o ambiente obesogênico no entorno dos domicílios e o agrupamento de fatores de risco cardiometabólico das crianças.

Esses resultados reforçam a importância de uma abordagem sistêmica da saúde infantil, em que intervenções voltadas para a modificação do ambiente familiar e urbano possam contribuir para a prevenção do agrupamento dos fatores de risco cardiometabólico e diminuição da morbimortalidade por doenças cardiovasculares na vida adulta. As estratégias focadas apenas no incentivo à alimentação saudável e à prática de atividade física têm sido consideradas ineficazes e insuficientes para a redução do excesso de peso nos diferentes países do mundo. Assim, abordagens que considerem a obesogenicidade do ambiente são fundamentais para que os formuladores de políticas, ações, leis e regulamentações em saúde possam melhor identificar a necessidade de mudanças estruturais como forma de promover a saúde e o bem-estar nas cidades.

Sugere-se que estudos futuros possam investigar de forma simultânea as características do ambiente comunitário, doméstico e escolar, assim como os comportamentos relacionados ao consumo alimentar ao nível de atividade física dos pais e de seus filhos, considerados como mediadores da relação entre o ambiente e o risco cardiometabólico em crianças. Compreender como se dá o acesso aos alimentos saudáveis e às condições para a prática de atividades físicas e/ou de lazer, assim como avaliar a preservação dos espaços verdes, condições de infraestrutura para prática de caminhada e deslocamento ativo, segurança no trânsito e a criminalidade, é extremamente necessário para que sejam construídos planos de ações para o planejamento de cidades saudáveis, em que crianças possam interagir mais com a natureza e obter melhores condições de saúde e qualidade de vida.

Nesse contexto, objetiva-se apresentar os resultados deste estudo a todos os gestores municipais de saúde de Viçosa, MG, de forma a conscientizá-los sobre a importância de priorização de melhorias na cidade. Além disso, a necessidade de investimentos em saúde pública voltados para as causas ambientais que aumentam o risco cardiometabólico das crianças residentes será enfatizada, tanto para as regiões centrais, quanto para as demais.

## 9 REFERÊNCIAS

- AGRANONIK, M. **Equações de Estimação Generalizadas (GEE): Aplicação em estudo sobre mortalidade neonatal em gemelares de Porto Alegre, RS (1995 – 2007)**. 2009. Dissertação (Mestrado em Epidemiologia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2009.
- ALMEIDA, L. et al. Socioeconomic Disparities in the Community Food Environment of a Medium-Sized City of Brazil. **Journal of the American College of Nutrition**, v.40, n.3, p.253–260, 2021.
- ALMEIDA, L. et al. Neighborhood greenspace and cardiometabolic risk factors: Cross-sectional and longitudinal analysis in ELSA-Brasil participants. **Health & Place**, v.72, p.102699, 2021.
- ALVARADO, S. E. Neighborhood disadvantage and obesity across childhood and adolescence: Evidence from the NLSY children and young adults cohort (1986-2010). **Social Science Research**, v.57, p.80–98, 2016.
- AMORIM, L.D. et al. Structural equation modeling in epidemiology. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 26, n. 12, p. 2251–2262, 2010.
- AN, R. et al. Influence of neighbourhood safety on childhood obesity: a systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. **Obesity Reviews**, v.18, n.11, p. 1289–1309, 2017.
- ANDAKI, A.C.R. **Predição do risco de síndrome metabólica em escolares de seis a 10 anos de idade por meio de curvas de referência de medidas antropométricas e composição corporal**. 2010. Tese (Doutorado em Ciência da Nutrição) – Departamento de Nutrição e Saúde. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.
- ASSIS, M.M. et al. Food environment, social deprivation and obesity among students from Brazilian public schools. **Public Health Nutrition**, v.22, n.11, p.1920-1927, 2019.
- BALAGOPAL, P. B. et al. Nontraditional risk factors and biomarkers for cardiovascular disease: mechanistic, research, and clinical considerations for youth: a scientific statement from the American Heart Association. **Circulation**, v. 123, n.23, p. 2749-2769, 2011.
- BALDOCK, K.L. et al. Are Perceived and Objective Distances to Fresh Food and Physical Activity Resources Associated with Cardiometabolic Risk? **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.15, n.2, p.224, 2018.
- BARNETT, E., CASPER, M. A definition of "social environment". **American journal of public health**, v.91, n.3, p.465, 2001.
- BARNETT, T.A. et al. Neighborhood built environment typologies and adiposity in children and adolescents. **International Journal of Obesity**, ePuB, 2021.
- BARROS, A.P.; MARTÍNEZ, L.M.; VIEGAS, J.M. How urban form promotes walkability? **Transportation Research Procedia**, v.27, p.133–140, 2017.
- BENNETT, G. G. et al. Safe to walk? Neighborhood safety and physical activity among public housing residents. **PLoS Medicine**, v. 4, n. 10, p. 1599–606, 2007.

- BENEDET, J. et al. Association of sexual maturation with excess body weight and height in children and adolescents. **BMC Pediatrics**, v.14, p.72, 2014.
- BERAN, T. N.; VIOLATO, C. Structural equation modeling in medical research: a primer. **BMC Research Notes**, v. 3, 327, 2010.
- BERGMAN, R.N. et al. Abdominal obesity: role in the pathophysiology of metabolic disease and cardiovascular risk. **The American Journal of Medicine**, v. 120 (2 Suppl 1), p. S3-S32, 2007.
- BERENSON, G. S. et al. Risk factors in early life as predictors of adult heart disease: The Bogalusa Heart Study. **The American Journal of Medical Science**, v. 298, n. 3, p. 141– 151, 1989.
- BERENSON, G. S. Childhood risk factors predict adult risk associated with subclinical cardiovascular disease. The Bogalusa Heart Study. **The American Journal of Cardiology**, v. 90, n. 10C, p. 3L-7L, 2002.
- BERENSON, G. S., SRNIVASAN, S. R. Cardiovascular risk factors in youth with implications for aging: the Bogalusa Heart Study. **Neurobiology of Aging**, v. 26, n. 3, p. 303-7, 2005.
- BOGARDUS, C., SWINBURN, B. Obesity Triggers: Sequencing the Genome Versus Sequencing the Environment. **Obesity (Silver Spring)**, v.25, p.1861–1863, 2017.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2ª ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 156p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional (SISVAN). **Relatórios públicos do SISVAN WEB**. Disponível em: <https://sisaps.saude.gov.br/sisvan/relatoriopublico/index>. Acesso em: 01 de julho de 2021.
- BRASIL. Ministério da Saúde. DATASUS. Informações em saúde. **Estatísticas vitais**. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sim/cnv/evitb10uf.def>. Acesso em: 10 de janeiro de 2022.
- BRITO, A. et al. TAG-glucose (TyG) index in childhood: an estimate of cut-off points and the relation to cardiometabolic risk in 4- to 9-year-old children. **Public health nutrition**, v.24, n;9, p.2603–2610, 2021.
- BROYLES, S.T. et al. The Influence of Neighborhood Crime on Increases in Physical Activity during a Pilot Physical Activity Intervention in Children. **Journal of Urban Health**, v. 93, p.271–278, 2016.
- CAIAFFA, W. T. et al. Urban health: “the city is a strange lady, smiling today, devouring you tomorrow”. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 13, n. 6, p. 1785–1796, 2008.
- CÂMARA INTERMINISTERIAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL (CAISAN). Ministério do Desenvolvimento Social. **Estudo Técnico: Mapeamento de Desertos Alimentares no Brasil**. Ministério do Desenvolvimento Social, 2018. 56p.
- CARLSON, C. et al. Complexity in built environment, health, and destination walking: a neighborhood-scale analysis. **Journal of Urban Health**, v.89, n.2, p.270–84, 2012.

CASTRO, A. et al. Increased ApoB/ApoA1 ratio is associated with excess weight, body adiposity, and altered lipid profile in children. **Jornal de pediatria**, v.95, n.2, p.238–246, 2019.

CENTRE FOR REVIEWS AND DISSEMINATION. **Systematic Reviews CRD's Guidance for Undertaking Reviews in Health Care**. University of York, UK: Centre for Reviews and Dissemination. Disponível em: [https://www.york.ac.uk/media/crd/Systematic\\_Reviews.pdf](https://www.york.ac.uk/media/crd/Systematic_Reviews.pdf). Acesso em: 15 de junho de 2020.

CETATEANU, A., JONES, A. Understanding the relationship between food environments, deprivation and childhood overweight and obesity: evidence from a cross sectional England-wide study. **Health & place**, v.27, n.100, p.68–76, 2014.

CHAIX, B. et al. Neighbourhoods in eco-epidemiologic research: delimiting personal exposure areas. A response to Riva, Gauvin, Apparicio and Brodeur. **Social Science & Medicine**, v.69, n.9, p.1306–1310, 2009.

CHALIKAVADA, R. et al. The association between neighbourhood walkability and after-school physical activity in Australian schoolchildren. **Health Promotion Journal of Australia**, v.32, n.2, p.182–188, 2021.

CHARREIRE, H. et al. Measuring the food environment using geographical information systems: a methodological review. **Public Health Nutrition**, v. 13, n. 11, p. 1773–1785, 2010.

CHIANG, P. H. et al. Fast-food outlets and walkability in school neighbourhoods predict fatness in boys and height in girls: a Taiwanese population study. **Public Health Nutrition**, v.14, n.9, p.1601–1609, 2011.

CHUNG, S.T.; ONUZURUIKE, A.U.; MAGGE, S, N. Cardiometabolic risk in obese children. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v.1411, n.1, p.166-83, 2018.

COHEN, D. A. et al. Are Food Deserts Also Play Deserts ? **Journal of Urban Health**, v. 93, n. 2, p. 235–243, 2016.

COLLINS, D.C.; KEARNS, R.A. Geographies of inequality: child pedestrian injury and walking school buses in Auckland, New Zealand. **Social Science & Medicine**. v.60, p.61–69, 2005.

COSTA, C.S. et al. Consumption of ultra-processed foods and body fat during childhood and adolescence: a systematic review. **Public Health Nutrition**, v.21, Spec N.1, p.148-59, 2018.

CREMM, E.C. **Efeitos do ambiente alimentar e nutricional sobre o excesso de peso em crianças menores de 10 anos**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, SP, 2011.

CUMMINS, S. et al. Neighbourhood deprivation and the price and availability of fruit and vegetables in Scotland. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v.23, n.5, p.494–501, 2010.

DA COSTA PERES, C.M. et al. Retail food environment around schools and overweight: a systematic review. **Nutrition Reviews**, v.78, n.10, p.841-856, 2020.

DAY, P.L., PEARCE J. Obesity-promoting food environments and the spatial clustering of food outlets around schools. **American Journal of Preventive Medicine**, v.40, n.2, p.113-21, 2011.

DE BONT, J. et al. Urban environment and obesity and weight-related behaviours in primary school children. **Environment International**, v.155, p.106700. Advance online publication, 2021.

DESPRÉS, P.P. et al. From individual risk factors and the metabolic syndrome to global cardiometabolic risk. **European Heart Journal Supplements**, v.10, Issue suppl B, p.B24–B33, 2008.

DENGEL, D.R. et al. Does the built environment relate to the metabolic syndrome in adolescents? **Health & place**, v.15, n.4, p.946–951, 2009.

DHANA, K. et al. Association between maternal adherence to healthy lifestyle practices and risk of obesity in offspring: results from two prospective cohort studies of mother-child pairs in the United States. **BMJ (Clinical research ed.)**, v. 362, p.k2486, 2018.

DÍEZ, J. et al. Influence of home/school environments on children's obesity, diet, and physical activity: the SUECO study protocol. **Gaceta Sanitaria**, v. 36, n. 1, p. 78-81, 2022.

DO CARMO, A.S. et al. The food environment of Brazilian public and private schools. **Cadernos de Saúde Pública**, v.34, n.12, p.e00014918, 2018.

DO CARMO, A.S. et al. Family characteristics, perceived environment for physical activity, and childhood obesity: An approach with structural equation models. **American Journal of Human Biology**, e23560, 2020a.

DO CARMO, A.S. et al. Influence of parental perceived environment on physical activity, TV viewing, active play and Body Mass Index among Portuguese children: A mediation analysis. **American Journal of Human Biology**, v.32, p.e23400, 2020b.

DOWNS et al. Food Environment Typology: Advancing na Expanded Definition, Framework, and Methodological Approach for Improved Characterization of Wild, Cultivated, and Built Food Environments toward Sustainable Diets. **Foods**, v.9, n.4, p.532, 2020.

DOYLE, S. et al. Active Community Environments and Health: The Relationship of Walkable and Safe Communities to Individual Health. **Journal of the American Planning Association**, v.72, n.1, p.19–31, 2006.

DREWNOWSKI, A. et al. Food environment and socioeconomic status influence obesity rates in Seattle and in Paris. **International Journal of Obesity**, v.38, n.2, p.306–314, 2014.

DUNCAN, D.T. et al. Characteristics of walkable built environments and BMI z-scores in children: evidence from a large electronic health record database. **Environmental Health Perspectives**, v.122, n.12, p.1359–1365, 2014.

DURAN, A.C.F.L. **Ambiente alimentar urbano em São Paulo, Brasil: avaliação, desigualdades e associação com consumo alimentar**. 2013. Tese (Doutorado em Nutrição e Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

- DWYER, T., et al. Syndrome X in 8-y-old Australian children: stronger associations with current body fatness than with infant size or growth. **International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders**, v.26, n.10, p.1301–1309, 2002.
- ECKEL, R.H.; GRUNDY, S.M.; ZIMMET, P.Z. The metabolic syndrome. **Lancet**, v.365, p.1415-28, 2005.
- EGGER, G.; SWINBURN, B. An “ecological” approach to the obesity pandemic. **BMJ**, v. 315, n.7106, p.477-480, 1997.
- EGLI, V. et al. Deprivation matters: understanding associations between neighbourhood deprivation, unhealthy food outlets, unhealthy dietary behaviours and child body size using structural equation modelling. **Journal of Epidemiology and Community Health**, v.74, n.460, 2020.
- EL ASSAAD, M.A. et al. Validation of the Omron HEM-907 device for blood pressure measurement. **Blood Pressure Monitoring**, v.15, n.S3, p.87A-7A, 2002.
- ENGLER-STRINGER, R. et al. The community and consumer food environment and children's diet: a systematic review. **BMC Public Health**, v.29, n.14, p. 522, 2014.
- EJTAHED, H.S. et al. Association of parental obesity with cardiometabolic risk factors in their children: The CASPIAN-V study. **PloS one**, v.13, n.4, p.e0193978, 2018.
- FAO. 2019. **School Food and Nutrition Framework**. Rome. 36 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO
- FARIA, R.M.D; BORTOLOZZI, A. Space, territory and health: contributions of Milton Santos for the theme of the geography of health in Brazil. **Ra'e Ga - O Espaço Geográfico em Análise**, n.17, p.31–41, 2009.
- FORSYTH, A. **Environment, Food, + Youth: GIS Protocols Version 1.2**. Minneapolis: University of Minnesota; 2007.
- FORSYTH, A. et al. Does Residential Density Increase Walking and Other Physical Activity? **Urban Studies**, v.44, n.4, p.679–97, 2007.
- FOSTER, S.; GILES-CORTI, B. The built environment, neighborhood crime and constrained physical activity: An exploration of inconsistent findings. **Preventive Medicine**, v. 47, n. 3, p. 241–251, 2008.
- GALEA, S.; ETTMAN, C.K.; VLAHOV, D. **The present and future of cities**. Urban Health. 1 ed. New York: Oxford University Press, 2019.
- GARDONE, D.S. **Associações do ambiente alimentar comunitário escolar e domiciliar com a obesidade e consumo energético de crianças de uma cidade de médio porte**. 2019. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Saúde) – Escola de Enfermagem. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2019.
- GAZOLLA, F.M. et al. Fatores de risco cardiovasculares em crianças obesas. **Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto**, v.13, n.1, p;26-32, 2014.
- GHENADENIK, A. E. et al. Neighbourhoods and obesity: A prospective study of characteristics of the built environment and their association with adiposity outcomes in children in Montreal, Canada. **Preventive medicine**, v.111, p.35–40, 2018.
- GLANZ, K. et al. Healthy nutrition environments: concepts and measures. **American Journal of Health Promotion**, v.19, n.5, p.330–333, 2005.

- GOODMAN, E., et al. Factor analysis of clustered cardiovascular risks in adolescence: obesity is the predominant correlate of risk among youth. **Circulation**, v.111, n.15, p.1970–1977, 2005.
- GOSE, M. et al. Longitudinal influences of neighbourhood built and social environment on children's weight status. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.10, n.10, p.5083–5096, 2013.
- GREEN, M. A. et al. Is adolescent body mass index and waist circumference associated with the food environments surrounding schools and homes? A longitudinal analysis. **BMC Public Health**, v.18, n.1, p.482, 2018.
- GRAVES, L. et al. Waist-to-height ratio and cardiometabolic risk factors in adolescence: findings from a prospective birth cohort. **Pediatric Obesity**, v.9, n.5, p.327–338, 2014.
- GURKA, M. J. et al. A confirmatory factor analysis of the metabolic syndrome in adolescents: an examination of sex and racial/ethnic differences. **Cardiovascular Diabetology**, v.11, n.128, 2012.
- HANLEY, J.A. et al. Statistical Analysis of Correlated Data Using Generalized Estimating Equations: An Orientation. **American Journal of Epidemiology**, v.157, n.4, p.364–375, 2003.
- HANDY, S. L. et al. How the built environment affects physical activity: views from urban planning. **American Journal of Preventive Medicine**, v.23, n.2 Suppl, p.64–73, 2002.
- HAIR, J. F.; BLACK, B. J; BABIN, B. J. **Análise multivariada de dados**. 6 Ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 688 p.
- HE, M. et al. The influence of local food environments on adolescents' food purchasing behaviors. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.9, p.1458–1471, 2012.
- HENDRICKSON, D., SMITH, C., EIKENBERRY, N. Low-income individuals face limited fruit and vegetable access in four Minnesotan communities designated as food deserts. **Agriculture and Human Values**, v.23, n.3, p.371–383, 2006.
- HEIDMANN, I.T. et al. Promoção à saúde: trajetória histórica de suas concepções. **Texto & Contexto-Enfermagem**, v.15, p.352–358, 2006.
- HIGH LEVEL PANEL OF EXPERTS (HLPE). Food and Agriculture Organization. Committee on World Food Security. **Nutrition and food systems**: a report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition. Roma: FAO, 2017. 112 p.
- HINO, A. A. F. et al. The built environment and recreational physical activity among adults in Curitiba, Brazil. **Preventive Medicine**, v. 52, p. 419–422, 2011.
- HOBBS, M. et al. Reconsidering the relationship between fast-food outlets, area-level deprivation, diet quality and body mass index: an exploratory structural equation modelling approach. **Journal of Epidemiology and Community Health**, v.73, p.861–866, 2019.
- HOX, J.J.; BECHGER, T.M. An introduction to structural equation modeling. **Family Science Review**, v. 11, p. 354–373, 1998.

- HSIEH, S. et al. Fast-food restaurants, park access, and insulin resistance among Hispanic youth. **American Journal of Preventive Medicine**, v.46, n.4, p.378–387, 2014.
- HSIEH, S. et al. Built Environment Associations with Adiposity Parameters among Overweight and Obese Hispanic Youth. **Preventive Medicine Reports**, v.2, p.406-412, 2015.
- HUGHEY, S.M. et al. Green and lean: Is neighborhood park and playground availability associated with youth obesity? Variations by gender, socioeconomic status, and race/ethnicity. **Preventive Medicine**, v.95 Suppl., p.S101–S108, 2017.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo cidades 2010, 2010a.  
Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em: 16 de agosto de 2014.
- \_\_\_\_\_. Metodologia do Censo Demográfico 2010. [s.l: s.n.]. v. 28, 2010b.
- \_\_\_\_\_. Pesquisa de orçamentos familiares 2017-2018: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Matrícula no Ensino Fundamental da cidade de Viçosa-MG (2014)**. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/basica-censo-escolar-matricula>. Acesso em: 20 de março de 2015.
- JAIME, P. C. et al. Investigating environmental determinants of diet, physical activity, and overweight among adults in Sao Paulo, Brazil. **Journal of Urban Health**, v. 88, n. 3, p. 567–581, 2011.
- JELLIFE, D. B. **Evaluación del estado de nutrición de la comunidad**. Organización Mundial de Salud, Ginebra, 1968. (OMS – Série monografias -53). 291 p.
- JENNINGS A, et al. Local food outlets, weight status, and dietary intake: associations in children aged 9-10 years. **American Journal of Preventive Medicine**, v.40, n.4, p.405-10, 2011.
- JERRETT, M. et al. Automobile traffic around the home and attained body mass index: a longitudinal cohort study of children aged 10-18 years. **Preventive Medicine**, v.50, p.S50-S58, 2010.
- JIA, P. et al. Green space access in the neighbourhood and childhood obesity. **Obesity Reviews**, v.22, Supl.1, p.e13100, 2021a.
- JIA, P. et al. Street connectivity, physical activity, and childhood obesity: A systematic review and meta-analysis. **Obesity reviews**, v.22, Suppl 1, p.e12943, 2021b.
- JOHNSON, S. The ghost map: the story of London's most terrifying epidemic--and how it changed science, cities, and the modern world. [S.l.]: Riverhead Books, 2006.
- JUUL, F. et al. Ultra-processed food consumption and excess weight among US adults. **British Journal of Nutrition**, v. 120, p. 90–100, 2018.
- KAC, G.; VELÁSQUEZ-MELÉNDEZ, G. A. transição nutricional e a epidemiologia da obesidade na América Latina. **Cadernos de Saúde Pública**, v.19, n. 1, p. 4-5, 2003.

KARNOPP, E.V.N. et al. Food consumption of children younger than 6 years according to the degree of food processing. **Jornal de Pediatria**, v.93, n.1, p.70-78, 2017.

KATZMARZYK, P.T. et al. Stability of indicators of the metabolic syndrome from childhood and adolescence to young adulthood: the Québec Family Study. **Journal of clinical epidemiology**, v.54, n.2, p.190-195, 2001.

KELISHADI, R. et al. Metabolically obese normal weight and phenotypically obese metabolically normal youths: the CASPIAN Study. **Journal of the American Dietetic Association**, v.108, n.1, p.82-90, 2008.

KERN, P. A. et al. The expression of tumor necrosis factor in human adipose tissue. Regulation by obesity, weight loss, and relationship to lipoprotein lipase. **The Journal of Clinical Investigation**, v. 95, n. 5, p. 2111-2119, 1995.

KLINE, R. B. **Principles and practice of structural equation modeling**. New York: The Guilford Press, 2016. 4th ed. 554 p.

LANGE, D. et al. Associations between neighbourhood characteristics, body mass index and health-related behaviours of adolescents in the Kiel Obesity Prevention Study: a multilevel analysis. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.65, n.6, p.711-719, 2011.

LAROUCHE, R. et al. A cross-sectional examination of socio-demographic and school-level correlates of children's school travel mode in Ottawa, Canada. **BMC Public Health**, v.14, p.497, 2014.

LEE, R. E. et al. The Physical Activity Resource Assessment (PARA) instrument: Evaluating features, amenities and incivilities of physical activity resources in urban neighborhoods. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v.2, n.13, p.1-9, 2005.

LEE, C. Y. et al. Association of parental body mass index (BMI) with child's health behaviors and child's BMI depend on child's age. **BMC Obesity**, v.6, n.11, 2019.

LEITE, F.H.M. et al. Availability of processed foods in the perimeter of public schools in urban areas. **Jornal de Pediatria**, v.88, n.4, p.328-34, 2012.

LEITE, M. A. et al. Is neighbourhood social deprivation in a Brazilian city associated with the availability, variety, quality and price of food in supermarkets?. **Public Health Nutrition**, v.22, n.18, p.3395-3404, 2019.

LI, Y. et al. Grocery store access and childhood obesity: A systematic review and meta-analysis. **Obesity reviews**, v.22, Suppl 1(Suppl 1), p.e12945, 2021.

LOVASI, G.S. et al. Is the environment near home and school associated with physical activity and adiposity of urban preschool children? **Journal of Urban Health**, v.88, n.6, p.1143-1157, 2011.

MAGALHÃES, C. et al. **Coleção Perspectiva Geografia 7**. 2ª edição. São Paulo: Editora do Brasil, 2012.

MAGGE, S.N.; GOODMAN, E.; ARMSTRONG, S.C. COMMITTEE ON NUTRITION, SECTION ON ENDOCRINOLOGY, SECTION ON OBESITY. The Metabolic Syndrome in Children and Adolescents: Shifting the Focus to Cardiometabolic Risk Factor Clustering. **Pediatrics**. v.140, n.2, p.e20171603, 2017.

- MAGUIRE, E. R., BURGOINE, T., MONSIVAIS, P. Area deprivation and the food environment over time: A repeated cross-sectional study on takeaway outlet density and supermarket presence in Norfolk, UK, 1990-2008. **Health & Place**, v.33, p.142-147, 2015.
- MATTHEWS, D.R. et al. Homeostasis model assessment: insulin resistance and  $\beta$ -cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. **Diabetologia**, v.28, n.7, p.412-419, 1985.
- MATOZINHOS, F. P. et al. Neighbourhood environments and obesity among adults: A multilevel analysis of an urban Brazilian context. **Preventive Medicine Reports**, v. 2, p. 337-341, 2015.
- MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, M.A.; SÁNCHEZ-VILLEGAS, A.; FAJARDO, J.F. **Bioestadística amigable**. 3 ed. España: Diaz de Santos, 2009. 919 p.
- MARZI, I.; DEMETRIOU, Y.; REIMERS, A.K. Social and physical environmental correlates of independent mobility in children: a systematic review taking sex/gender differences into account. **International Journal of Health Geographics**, v.17, n.1, p.24, 2018.
- MOLINA-GARCÍA, J. et al. Neighborhood built environment and socio-economic status in relation to multiple health outcomes in adolescents. **Preventive Medicine**, v.105, p.88-94, 2017.
- MONTEIRO, C. A. et al. Ultra-processed foods: what they are and how to identify them. **Public health nutrition**, v. 22, n. 5, p. 936-941, 2019.
- MONTEIRO, C. A. et al. Classificação dos alimentos. Saúde Pública. NOVA. A estrela brilha. **Word Nutrition**, v.7, n. 1-3, p.28-40, 2016.
- MONTEIRO, C. et al. The big issue for nutrition, disease, health, well-being. **World Nutrition**, v. 3, n. 12, p. 527-569, 2012.
- MONTEIRO, C.; CANNON, G. The big issue is processing. What are ultraprocessed products. [Commentary]. **World Nutrition**, v. 3, n. 6, p. 257-268, 2012.
- MOREIRA, L..V.C; BIASOLI-ALVES, Z.M.M. Práticas educativas: a participação da mãe e da criança na determinação das atividades da rotina diária. **Journal of Human Growth and Development**, v. 18, n. 1, p. 53-65, 2008.
- MORENO, L. A. et al. Leptin and metabolic syndrome in obese and non-obese children. **Hormone and Metabolic Research**, v.34, n.7, p.394-399, 2002.
- MUTHÉN, L. K.; MUTHÉN, B. O. **Mplus: Statistical analysis with latent variables**. User's guide (1998-2010). 6th ed. Los Angeles: Muthén & Muthén, 2010. 758 p.
- NATIONAL CENTER FOR ENVIRONMENTAL HEALTH (NCEH). Division of Emergency and Environmental Health Services. **Impact of the built environment on health**. Healthy community design. Fact sheet series. 2011. Disponível em: <http://www.cdc.gov/nceh/publications/factsheets/impactofthebuiltenvironmentonhealth.pdf>. Acesso em: 10 de julho de 2021.
- NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. **Lancet**, v.390, n.10113, p.2627-2642, 2017.

NOONAN, R.J. et al. Cross-sectional associations between high-deprivation home and neighbourhood environments, and health-related variables among Liverpool children. **BMJ Open**, v.6, p.e008693, 2016.

NOVAES, T.G. **Ambiente alimentar no território das escolas urbanas de Viçosa, Minas Gerais**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência da Nutrição) – Departamento de Nutrição e Saúde. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG 2018.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO (NEPA). UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. **Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO**, 4ª edição revisada e ampliada, 2011, 161p.

OLIVER, L.N., HAYES, M.V. Effects of neighbourhood income on reported body mass index: an eight year longitudinal study of Canadian children. **BMC Public Health**, v.8, n.16, 2008.

OLIVER, L.N., SCHUURMAN, N., HALL, A.W. Comparing circular and network buffers to examine the influence of land use on walking for leisure and errands. **International Journal of Health Geographics**. V.6, p.1-11, 2007.

OPEN STREET MAP. **Planet dump retrieved from <http://planet.osm.org>**. Disponível em: <<http://www.openstreetmap.org/>>. Acesso em: 10 de maio de 2019.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS). **Ottawa charter for health promotion**. Genebra, Suíça: OMS, 1986. 5 p.

PAGE, M.J., et al. Updating guidance for reporting systematic reviews: development of the PRISMA 2020 statement. **Journal of Clinical Epidemiology**, v. 134, p. 103–112, 2021.

PEPLIES, J. et al. Longitudinal associations of lifestyle factors and weight status with insulin resistance (HOMA-IR) in preadolescent children: the large prospective cohort study IDEFICS. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 13, n. 1, p. 97, 2016.

PEREIRA, M.F.V. Contradições de uma “cidade científica”: processo de urbanização e especialização territorial em Viçosa (MG). **Caminhos de Geografia**, v.18, n.16, p.197-206, 2005.

PERES, C.M.D.C. et al. O ambiente alimentar comunitário e a presença de pântanos alimentares no entorno das escolas de uma metrópole brasileira. **Cadernos de Saúde Pública**, v.37, p.e00205120, 2021.

PÉREZ-ESCAMILLA, R.; KAC, G. Childhood obesity prevention: a life-course framework. **International journal of obesity supplements**, v. 3, n. 1, p. S3-S5, 2013.

PESSOA, M.C. et al. Food environment and fruit and vegetable intake in a urban population: A multilevel analysis. **BMC Public Health**, v.15, p.1012-1020, 2015.

PINHEIRO, A.B.V. et al. **Tabela para avaliação de consumo alimentar em medidas caseiras**, 2008. 1ª ed. 131 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VIÇOSA. **Território. Viçosa, MG, 2013**. Disponível em: <<http://www.vicoso.mg.gov.br/a-cidade/territorio>>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2017.

RABELO, L.M. Fatores de risco para doença aterosclerótica na adolescência. **Jornal de Pediatria**, v.77 (Suppl 2), p.S153-64, 2001.

RAUBER, F. et al. Consumption of ultra-processed food products and its effects on children's lipid profiles: A longitudinal study. **Nutrition Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v.25, p.116 – 122, 2015.

RIBEIRO, A.I. et al. Association between neighbourhood green space and biological markers in school-aged children. Findings from the Generation XXI birth cohort. **Environment International**, v.132, p.105070, 2019.

RINALDI, A.E.M. et al. Dietary factors associated with metabolic syndrome and its components in overweight and obese Brazilian schoolchildren: a cross-sectional study. **Diabetology & Metabolic Syndrome**, v.8, n.1, p.58, 2016.

ROCHA, N. P. et al. Associação dos padrões alimentares com excesso de peso e adiposidade corporal em crianças brasileiras: estudo Pase-Brasil. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.113, p.52-59, 2019.

ROSENKRANZ, R. R.; DZEWALTOWSKI, D. A. Model of the home food environment pertaining to childhood obesity. **Nutrition reviews**, v. 66, n. 3, p. 123-140, 2008.

ROSSEN, L. M. et al. Food availability en route to school and anthropometric change in urban children. **Journal of Urban Health**, v.90, n.4, p.653–666, 2013.

SAELENS, B.E. et al. Obesogenic neighborhood environments, child and parent obesity: the Neighborhood Impact on Kids study. **American Journal of Preventive Medicine**, v.42, n.5, p.e57-e64, 2012.

SAELENS, B. E. et al. Two-Year Changes in Child Weight Status, Diet, and Activity by Neighborhood Nutrition and Physical Activity Environment. **Obesity (Silver Spring)**, v.26, n.8, p.1338–1346, 2018.

SAELENS, B.E.; SALLIS, J.F.; FRANK, L.D. Environmental correlates of walking and cycling: findings from the transportation, urban design, and planning literatures. **Annals of Behavioral Medicine**, v.25, n.2, p.80–91, 2003.

SAHOO, K. et al. Childhood obesity: causes and consequences. **Journal of family Medicine and Primary Care**, v.4, n.2, p.187-92, 2015.

SAID, N. et al. Conceptual Framework for the Intervention on Childhood Obesity Management for School Health Nurses and School Children in Malaysia. **Environment-Behaviour Proceedings Journal**, v. 4, n. 10, p. 140-146, 2019.

SANDY, R. et al. Effects of the built environment on childhood obesity: the case of urban recreational trails and crime. **Economics and Human Biology**, v.11, n.1, p.18–29, 2013.

SALGADO, C.M.; CARVALHAES, J.T.A. Hipertensão arterial na infância. **Jornal de Pediatria**, v. 79, n. 1, p. S115-24, 2003.

SALLIS, J. F., GLANZ, K. Physical activity and food environments: solutions to the obesity epidemic. **The Milbank Quarterly**, v.87, n.1, p.123–154, 2009.

SELISKE L. et al. Identification of the appropriate boundary size to use when measuring the food retail environment surrounding schools. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.9, p.2715-2727, 2012.

- SILVA, M.A. et al. O consumo de produtos ultraprocessados está associado ao melhor nível socioeconômico das famílias das crianças. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.24, p.4053-4060, 2019.
- SILVA, F.M.O. et al. Fatores ambientais associados à obesidade em população adulta de um município brasileiro de médio porte. **Cadernos de Saúde Pública**, v.35, n.5, p.e00119618, 2019.
- SMITH, D. et al. Does the local food environment around schools affect diet? Longitudinal associations in adolescents attending secondary schools in East London. **BMC Public Health**, v.13, p.70, 2013.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA (SBP). Grupo de Trabalho em Saúde e Natureza. **Benefícios da Natureza no Desenvolvimento de Crianças e Adolescentes**. 1. ed. São Paulo: SBP, 2019. 28 p.
- SHASHAJ, B. et al. Reference ranges of HOMA-IR in normal-weight and obese young Caucasians. **Acta Diabetologica**, v.53, n.2, p.251–260, 2016.
- SPARRENBERGER, K. et al. Ultra-processed food consumption in children from a Basic Health Unit. **Jornal de Pediatria**, v.91, p.535 – 542, 2015.
- STRONG, J.P.; MCGILL, H.C. The pediatric aspects of atherosclerosis. **Journal of Atherosclerosis Research**, v. 9, p. 251–265, 1969.
- STORY, M. et al. Creating healthy food and eating environments: Policy and environmental approaches. **Annual Review of Public Health**, v.29, p.253–72, 2008.
- SUHETT, L.G. et al. Increased C-Reactive Protein in Brazilian Children: Association with Cardiometabolic Risk and Metabolic Syndrome Components (PASE Study). **Cardiology Research and Practice**, v.2019, Article ID 3904568, p.10, 2019.
- ŠULÁKOVÁ, T.; FEBER, J. Should mean arterial pressure be included in the definition of ambulatory hypertension in children? **Pediatric Nephrology**, v.28, n.7, p.1105-12, 2013.
- SWINBURN, B.A.; EGGER, G.; RAZA, F. Dissecting Obesogenic Environments: The Development and Application of a Framework for Identifying and Prioritizing Environmental Interventions for Obesity. **Preventive Medicine**, v.29, n.6, p.563-570, 1999.
- TABACHNICK, B.G.; FIDELL, L.S. **Using multivariate statistic**, 2007. 5.ed. New York: Harper Collins. 980 p.
- TALEN, E.; KOSCHINSKY, J. The Walkable Neighborhood: A Literature Review. **International Journal of Sustainable Land Use and Urban Planning**, v.1, n.1, p.42–63, 2013.
- THEALL, K. P. et al. Childhood obesity and the associated roles of neighborhood and biologic stress. **Preventive Medicine Reports**, v.14, p.100849, 2019.
- THORNTON, L.E.; PEARCE, J.R.; KAVANAGH, A.M. Using Geographic Information Systems (GIS) to assess the role of the built environment in influencing obesity: a glossary. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v.8, n.1, p.71, 2011.
- TORRES, T.Z.G.; MAGNANINI, M.M.F.; LUIZ, R.R. **Amostragem**. In: MEDRONHO, R.A.; BLOCH, K.V.; LUIZ, R.R. Epidemiologia. 2.ed. São Paulo. Editora Atheneu, 2009, cap.22, p.403-414.

TUNG, S.E. et al. Associations between parents' perception of neighbourhood environments and safety with physical activity of primary school children in Klang, Selangor, Malaysia. **Child: Care, Health and Development**, v.42, n.4, p.478–485, 2016.

UNITED NATIONS. **World urbanization prospects: the 2014 revision**. New York: Cd-rom Edition, 2014.

UNITED NATIONS INTERNATIONAL CHILDREN'S EMERGENCY FUND (UNICEF). The State of the World's Children 2019. Growing Well in a Changing World. Children. **Food and Nutrition**, 2019. 258 p.

VAN HULST, A. et al. Determinants of new onset cardiometabolic risk among normal weight children. **International Journal of Obesity**, v.44, p.781–789, 2020.

VEGI, A. et al. Caminhabilidade e envelhecimento saudável: uma proposta de análise para cidades brasileiras de pequeno e médio porte. **Cadernos de Saúde Pública**, v.36, n.3, p.e00215218, 2020.

VEGI, A.S.F. **Envelhecimento ativo e ambiente: índice de caminhabilidade, obesidade e incapacidade funcional**. 2019. Tese (Doutorado em Ciência da Nutrição) – Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019.

VELÁSQUEZ-MELÉNDEZ, G.; MENDES, L.L.; PROENÇA PADEZ, C.M. Built environment and social environment: associations with overweight and obesity in a sample of Brazilian adults. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 29, n. 10, p. 1988–1996, 2013.

WALL, M. M. et al. Patterns of obesogenic neighborhood features and adolescent weight: a comparison of statistical approaches. **American Journal of Preventive Medicine**, v.42, n.5, p.e65–e75, 2012.

WALKER, R. E., KEANE, C. R., BURKE, J. G. Disparities and access to healthy food in the United States: A review of food deserts literature. **Health & Place**, v.16, n.5, p.876-884, 2010.

WANG, J.; WANG, X. **Structural equation modeling: Applications using Mplus**. 1st ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2012. 478 p.

WANG, Y. et al. A systematic examination of the association between parental and child obesity across countries. **Advances in Nutrition**, v.8, p.436–448, 2017.

WANG, H. H. et al. Novel Insights into the Pathogenesis and Management of the Metabolic Syndrome. **Pediatric gastroenterology, hepatology & nutrition**, v.23, n.3, p.189–230, 2020.

WELLS, G.S. et al. **The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta-analyses**. Disponível em: [http://www.ohri.ca/programs/clinical\\_epidemiology/oxford.asp](http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp). Acessado em: 23 de fevereiro de 2021.

WHALEY-CONNELL, A.; SOWERS, J. R. Hypertension and insulin resistance. **Hypertension**, v. 54, n. 3, p. 462–464, 2009.

WEI, J. et al. Neighborhood sidewalk access and childhood obesity. **Obesity Reviews**, v.22, p.e13057, 2021.

WEIHRAUCH-BLÜHER, S.; WIEGAND, S. Risk Factors and Implications of Childhood Obesity. **Current Obesity Reports**, v. 7, n. 4, p.254–9, 2018.

WOLCH, J. et al. Childhood obesity and proximity to urban parks and recreational resources: a longitudinal cohort study. **Health & Place**, v.17, n.1, p.207–214, 2011.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Cardiovascular diseases (CVDs): fact sheet**. Disponível em: [https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)). Acesso em: 10 de janeiro de 2022.

XIN, J. et al. Association between access to convenience stores and childhood obesity: A systematic review. **Obesity Reviews**, v.22, Suppl 1(Suppl 1), p.e12908, 2021.

YANG, S. et al. Access to fruit and vegetable markets and childhood obesity: a systematic review. **Obesity Reviews**, v. 22, p. e12980, 2021.

ZABOTTO, C.B.; VIANNA, R.P.T.; GIL, M.F. **Registro fotográfico para inquéritos dietéticos: utensílios e porções**. Goiânia: Nepa-Unicamp; 1996. 71 p.

ZIMMET, P. et al. IDF Consensus Group. The metabolic syndrome in children and adolescents - an IDF consensus report. **Pediatric Diabetes**, v.8, n.5, p.299–306, 2007.

ZIPF, G.K. **Human Behavior and the Principle of Least Effort**. 1st ed. Cambridge, Mass: Addison-Wesley, 1949. 588 p.

ZHOU, M.-S.; WANG, A.; YU, H. Link between insulin resistance and hypertension: What is the evidence from evolutionary biology? **Diabetology & Metabolic Syndrome**, v. 6, n. 1, p. 1–8, 2014.

ZOU, Y. et al. Neighbourhood residential density and childhood obesity. **Obesity Reviews**, v.22, p.e13037, 2021.

## APÊNDICES

**APÊNDICE A** – Número total de alunos matriculados nos 3º e 4º anos de escolas públicas e privadas do município de Viçosa-MG.

	<b>Nome da escola</b>	<b>Nº de alunos no 3º e 4º anos</b>
<b>Municipais</b>	Centro Municipal de Educação Doutor Januário de Andrade Fontes	71
	Escola Municipal Ministro Edmundo Lins	48
	Escola Municipal Anita Chequer	55
	Escola Municipal Professor Pedro Gomide Filho	56
	Escola Municipal Nossa Senhora de Fátima	61
	Escola Municipal João Francisco da Silva	40
	Escola Municipal Padre Francisco José da Silva	69
	Escola Municipal Coronel Antônio da Silva Bernardes (CASB)	48
	Escola Municipal Doutor Arthur Bernardes	32
	Escola Municipal Doutor Juscelino Kubitschek	15
<b>Estaduais</b>	Escola Estadual Effie Rolfs	88
	Escola Estadual Alice Loureiro	67
	Escola Estadual Santa Rita de Cássia	63
	Escola Estadual Padre Álvaro Corrêa Borges	72
	Escola Estadual Raul de Leoni	35
	Escola Estadual Madre Santa Face	137
	Escola Estadual José Lourenço de Freitas	57
<b>Particulares</b>	Colégio Equipe	80
	Colégio Gênese	34
	Colégio Anglo	71
	Colégio Nossa Senhora do Carmo	116
	Colégio Passo a Passo	16
	Cooperativa Educacional de Viçosa (COEDUCAR)	71
	Colégio Ágora	62
<b>Total:</b>		1464 alunos

## APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Seu filho(a) está sendo convidado(a) a participar dos projetos “Vitamina D na infância: ingestão, níveis séricos e associação com fatores cardiovasculares e Relação entre insegurança alimentar e fatores de risco cardiometabólicos em crianças do Município de Viçosa-MG” cujo os objetivos são avaliar a ingestão e níveis séricos de vitamina D e suas associações com fatores de risco cardiovasculares na infância e avaliar se a insegurança alimentar é maior nas crianças com excesso de peso e contribui para a ocorrência de fatores de risco cardiometabólicos. A avaliação nutricional das crianças será realizada por meio das medidas de peso, altura, pregas cutâneas e circunferências da cintura e do quadril, bem como análise da composição corporal e da pressão arterial. Será realizada coleta de sangue para análise dos níveis de colesterol total e frações, triglicerídeos, glicose, insulina, vitamina D, paratormônio e marcadores inflamatórios. Todos os dados serão utilizados com a finalidade de pesquisa e, se necessário, para projetos a ela vinculados, mantendo total sigilo sobre a identidade do seu filho(a). Seus dados serão mantidos em lugar seguro e só os pesquisadores terão acesso.

Como benefício da pesquisa, todos os participantes terão direito a orientações nutricionais individuais para melhoria dos hábitos alimentares e do estado nutricional. A participação das crianças não envolve nenhum risco potencial à saúde. Entretanto poderá ocorrer desconforto ou incômodo na coleta de sangue e na aferição das medidas antropométricas durante avaliação nutricional na escola. Como medida preventiva, a coleta de sangue será realizada por enfermeiros devidamente treinados com materiais descartáveis, sem risco de contaminação. A avaliação nutricional será realizada em salas agradáveis e com privacidade para minimização de possíveis constrangimentos, sendo todas as medidas antropométricas indolores.

Se você não concordar com a participação do seu filho(a), não haverá nenhum problema e não afetará a realização do estudo. Todos os procedimentos serão gratuitos e realizados segundo a Resolução CNS 466/2012. Se você tiver alguma dúvida ou consideração a fazer quanto aos aspectos éticos da pesquisa, procure a pesquisadora responsável: Prof<sup>a</sup>. Juliana Farias de Novaes. Departamento de Nutrição e Saúde (DNS)/UFV. Tel: 3899-3735. Email: jnovaes@ufv.br

Prof<sup>a</sup>. Juliana Farias de Novaes  
Coordenadora do projeto –  
DNS/UFV

Ana Paula Pereira Castro  
Doutoranda

Luana Cupertino Milagres  
Mestranda

Fernanda M. de Albuquerque  
Mestranda

Mariana De Santis Filgueiras  
Mestranda

Naruna Pereira Rocha  
Mestranda

**Para conhecimento:** Endereço e contato do **Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa – CEP/UFV:** Prédio Arthur Bernardes, piso inferior, campus UFV. Telefone: (31)3899-2492. email: [cep@ufv.br](mailto:cep@ufv.br) site: [www.cep.ufv.br](http://www.cep.ufv.br)

Eu, \_\_\_\_\_ declaro que fui informado (a) dos objetivos do estudo acima descrito, de maneira clara e detalhada e esclareci as minhas dúvidas. Declaro também que autorizo de livre e espontânea vontade, a participação do meu filho(a) \_\_\_\_\_ e que recebi uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.  
Viçosa, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2015  
Assinatura: \_\_\_\_\_

**APÊNDICE C – Recordatório 24 horas (R24h)**

RECORDATÓRIO 24 HORAS			NQUES		
PESQUISADOR:			Dat. Entre:		
NOME DA CRIANÇA:			Dia semana:		
NOME DA ESCOLA:			Ano:		
REFEIÇÃO	ALIMENTOS	MEDIDA CASEIRA	GRAMA/ML		
REFEIÇÃO:					
HORA:					
LOCAL:					
REFEIÇÃO:					
HORA:					
LOCAL:					
REFEIÇÃO:					
HORA:					
LOCAL:					
REFEIÇÃO:					
HORA:					
LOCAL:					
REFEIÇÃO:					
HORA:					
LOCAL:					

**A criança consumiu:** ( ) Bala/chiclete ( ) Doce ( ) Chocolate ( ) Refrigerante ( ) Salgadinho ( ) Ketchup/Mostarda

**Consumo de água:** \_\_\_\_\_ mL

**OBSERVAÇÕES:**

## APÊNDICE D - Questionário semiestruturado para coleta de informações sociodemográficas



PESQUISA DE AVALIAÇÃO DA SAÚDE DO ESCOLAR – VIÇOSA (MG)

**PASE**

Pesquisador:	NQUES		
Nome da Escola:	ESCOLA		
Nome do Responsável:	ANO	TURM	
Nome Criança:	TURN		
Ano que a criança se encontra: _____ (Ano) Turma: _____ Turno: (1) M (2) T	DATNASC		
Data de Nascimento: ____/____/____ Idade da criança: _____ (anos)	IDADE		
Sexo (1) M (2) F	SEXCRI		
Data entrevista: ____/____/____	DATENTR		
Telefone: _____ Cel: _____	TEL:		
Endereço do responsável:	CEL:		
<b>ESTAÇÃO DO ANO</b>			
01. Estação do ano na data da entrevista: (1) Inverno (2) Primavera (3) Verão (4) Outono	EST		
<b>DADOS EDUCAÇÃO FÍSICA NA ESCOLA (DIRETORA)</b>			
02. A escola oferece Educação Física regularmente aos alunos? (0) Sim (1) Não	EFI		
03. Duração da atividade física TOTAL na escola/SEMANA: _____ minutos (8888) NSA	DUREFI		
04. O local que o _____ ANO faz educação física na escola é coberto? (0) Sim (1) Não	COBEFI		
<b>DADOS DA CRIANÇA</b>			
05. Como você vem para a escola? (1) Caminhando (2) Transporte/carro (3) Bicicleta/moto	TRANS		
06. Você faz educação física na escola? (0) Sim (1) Não	EDFI		
07. Com que frequência você consome por semana a alimentação da escola? (0) Nenhuma vez (1) 1 vez (2) 2 vezes (3) 3 vezes (4) 4 vezes (5) Diariamente	FRECO		
<b>Caso a resposta da questão 07 seja o código ZERO (0) colocar o código 8888 (NSA) nas questões 08 a 11.</b>			
08. Você tem o hábito de repetir o prato? (0) Sim (1) Não (77) NI (8888) NSA	REPR		
09. A alimentação que é servida na escola é? (0) Muito Boa (1) Boa (2) Regular (3) Ruim (77) NI (8888) NSA	ALISER		
10. A quantidade de comida servida na escola deixa você satisfeito/a: (0) Sim (1) Não (77) NI (8888) NSA	QUAN		
11. A alimentação servida é variada? (0) Sim, sempre tem comidas diferentes (1) Não, quase todo dia é a mesma preparação (8888) NSA	VARI		
12. Existe algum alimento servido na escola que você não gosta? (0) Sim* (1) Não (77) NI *Quais: _____	ALNA		
13. Tem dias que a merenda escolar não é servida? (0) Sim (1) Não (77) NI	FALT		
14. A merenda escolar é importante para você? (0) Sim (1) Não (JUSTIFICAR A RESPOSTA SIM OU NÃO) Porque? _____	IMPO		
15. Você costuma trazer/comprar lanche para comer na escola? (0) Nunca (1) Às vezes (2) Sempre	LANC		
16. Em qual local você realiza as refeições em casa? (0) Na mesa (1) Em frente a TV/computador (4) Outros: _____	REFEI		
<b>DADOS COM OS PAIS DA CRIANÇA</b>			
<b>CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS, DEMOGRÁFICAS E SANITÁRIAS</b>			
17. Qual a cor da criança? (1) Branca (2) Parda/mulata/morena (3) Negra (4) Amarela/oriental (japonesa, chinesa, coreana) (5) Indígena (77) NI	COR		
18. Qual o seu grau de parentesco com a criança: (1) Mãe (2) Pai (3) Irmão/ã (4) Avó/ô (5) Outro: _____	GPAREN		
19. A criança mora: (1) Com a mãe e o pai (2) Só com a mãe (3) Só com o pai (4) Nenhum dos dois	CMORA		
20. Quantos irmãos a criança tem e convive junto? (0) Nenhum (1) Um (2) Dois (3) Três (4) Quatro (5) Mais de quatro	NIRM		
21. Quantos anos a mãe/responsável pela criança estudou com aprovação: _____ (anos) (0) Analfabeto (1) Ensino Fundamental completo (2) Ensino Fundamental incompleto (3) Ensino Médio completo (4) Ensino Médio incompleto (5) Ensino Técnico completo (6) Ensino superior completo (77) NI (8888)NSA	ANOSM ESCM		
22. Quantos anos o pai/responsável pela criança estudou com aprovação: _____ (anos)	ANOSP		



PESQUISA DE AVALIAÇÃO DA SAÚDE DO ESCOLAR – VIÇOSA (MG)

**PASE**

(0) Analfabeto (1) Ensino Fundamental completo (2) Ensino Fundamental incompleto (3) Ensino Médio completo (4) Ensino Médio incompleto (5) Ensino Técnico completo (6) Ensino superior completo (77) NI (8888)NSA	ESCP	
23. Qual a região que o/a senhor(a) reside? (1) Urbana (2) Rural	REGI	
24. A mãe/responsável trabalha fora? (1) Sim, com carteira assinada (2) Sim, sem carteira assinada (3) Não (4) Aposentada/Pensionista (77) NI	TRABM	
25. O pai/responsável trabalha fora? (1) Sim, com carteira assinada (2) Sim, sem carteira assinada (3) Não (4) Aposentado/Pensionista (77) NI	TRABP	
26. Algum morador está CADASTRADO e RECEBE benefício de algum programa do governo? (1) Sim (1) Não [*Caso a resposta seja NÃO, colocar o código (8888) NSA nas questões 27 a 34]	PROG	
27. Bolsa Família: (0) Sim (1) Não (8888) NSA Valor: _____	PROGA	
	VALORA	
28. Cesta de Alimentos: (0) Sim (1) Não (8888) NSA Valor: _____	PROGB	
	VALORB	
29. Programa de Erradicação do Trabalho Infantil (PETI): (0) Sim (1) Não (8888) NSA Valor: _____	PROGC	
	VALORC	
30. Assistência a Pessoas Idosas e Deficientes (BPC): (0) Sim (1) Não (8888) NSA Valor: _____	PROGD	
	VALORD	
31. Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF): (0) Sim (1) Não (8888) NSA Valor: _____	PROGE	
	VALORE	
32. Auxílio Desemprego: (0) Sim (1) Não (8888) NSA Valor: _____	PROGF	
	VALORF	
33. Auxílio Maternidade: (0) Sim (1) Não (8888) NSA Valor: _____	PROGG	
	VALORG	
34. Outro: _____ (0) Sim (1) Não (8888) NSA Valor: _____	PROGH	
	VALORH	
35. Qual a renda TOTAL da família que contribui com as despesas domésticas (Incluindo o valor do benefício recebido)? R\$: _____ (77) NI	REN	
36. Quantas pessoas moram no domicílio que dependem da renda TOTAL? _____	NPESS	
37. Renda per capita: R\$ _____	RENP	
38. Condição de moradia: (1) Própria (2) Alugada (3) Empréstada (4) Outras: _____	MORA	
39. Sua casa possui energia elétrica? (0) Sim (1) Não	ENER	
40. Sua casa possui banheiro com vaso sanitário? (0) Sim (1) Não	BANH	
41. Qual o tipo de esgoto sanitário da sua casa? (1) Rede pública (2) Fossa séptica (3) Fossa rudimentar (4) Vala/ Céu aberto	ESGOT	
42. De onde vem a água que a família utiliza? (1) Rede pública (2) Poço/Barreiro (3) Cisterna ou água da chuva (4) Outro: _____	AGBEB	
43. Qual o tratamento da água de beber? (1) Filtrada (2) Fervida (3) Clorada (4) Coada ou sem tratamento (5) Mineral (6) outro: _____	TRAT	
44. Sua casa possui coleta de lixo? (0) Sim (1) Não* * Se não, o que a família faz com o lixo? _____	LIXO	
<b>HISTÓRIA FAMILIAR E DE SAÚDE</b>		
45. O pai/responsável da criança tem ou teve alguma destas doenças?	INFP	
<b>Infarto</b> (0) Não (1) Sim (77) NI/NSA	DIAP	
<b>Diabetes</b> (0) Não (1) Sim (77) NI/NSA	HASP	
<b>HAS</b> (0) Não (1) Sim (77) NI/NSA	AVCP	
<b>Câncer</b> (0) Não (1) Sim (77) NI/NSA	CAP	
<b>Derrame/AVC</b> (0) Não (1) Sim (77) NI/NSA	DISP	
<b>Dislipidemia</b> (0) Não (1) Sim (77) NI/NSA		
46. A mãe/responsável da criança tem ou teve alguma destas doenças?	INFM	
<b>Infarto</b> (0) Não (1) Sim (77) NI/NSA	DIAM	
<b>Diabetes</b> (0) Não (1) Sim (77) NI/NSA	HASM	
<b>HAS</b> (0) Não (1) Sim (77) NI/NSA	CAM	



PESQUISA DE AVALIAÇÃO DA SAÚDE DO ESCOLAR – VIÇOSA (MG)

	Câncer	(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA		AVCM	
	Derrame/AVC	(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA		DISM	
	Dislipidemia	(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA			
47. A mãe/responsável fuma? (0) Não (1) Sim (77) NI Quantidade (nº cigarros/dia): _____				MFUMA	
<b>CASO A RESPOSTA SEJA NÃO → COLOCAR O CÓDIGO (8888) NSA NA BARRA QUACM</b>				QUACM	
48. O pai/responsável fuma? (0) Não (1) Sim (77) NI Quantidade (nº cigarros/dia): _____				PFUMA	
<b>CASO A RESPOSTA SEJA NÃO → COLOCAR O CÓDIGO (8888) NSA NA BARRA QUACP</b>				QUACP	
49. A mãe consome bebida alcoólica? (0) Não (1) Sim (77) NI Quantidade/sema (L): _____				MBEBE	
<b>CASO A RESPOSTA SEJA NÃO → COLOCAR O CÓDIGO (8888) NSA NA BARRA QBEM</b>				QBEM	
50. O pai consome bebida alcoólica? (0) Não (1) Sim (77) NI Quantidade/sema (L): _____				PBEBE	
<b>CASO A RESPOSTA SEJA NÃO → COLOCAR O CÓDIGO (8888) NSA NA BARRA QBEP</b>				QBEP	
51. A criança possui algum problema crônico de saúde (ASMA, DM, DISLIPIDEMIA, HAS, CÂNCER)? (0) Não (1) Sim (77) NI Qual? _____				PRSAU	
52. A criança possui algum tipo de restrição alimentar (alergia/intolerância alimentar)? (0) Não (1) Sim (77) NI Qual restrição? _____				RESAL	
53. A criança usa alguma medicação? (0) Não (1) Sim (77) NI Qual? _____				MED	
54. A criança foi amamentada? (0) Sim (1) Não (77) NI				AMAM	
55. Qual foi a duração do aleitamento materno exclusivo? _____ ( ) dias ( ) meses (77) NI				AME (DIAS)	
56. Qual foi a duração do aleitamento materno TOTAL? _____ ( ) dias ( ) meses (77) NI				AMC (DIAS)	
57. A criança utilizou fórmula infantil/leite em pó/leite de vaca antes de completar 6 meses de nascimento? (0) Não (1) Sim (77) NI				FORM	
58. Qual o peso da criança ao nascer? _____ g (77) NI				PN	
<b>PERCEPÇÃO ATIVIDADE FÍSICA SEGUNDO OS PAIS</b>					
59. Quanto tempo diariamente a criança passa em frente à TV, <i>video game</i> , computador? (0) Zero (1) 30 minutos (2) 1 hora (3) 2 horas (4) 3 horas (5) 4 horas (6) Mais de 4 horas				TEMEDI	
60. A criança pratica alguma atividade física fora da escola? (0) Sim (1) Não <b>*CASO A RESPOSTA SEJA (1) NÃO, COLOCAR O CÓDIGO (8888) NSA EM DURAÇÃO.</b> Qual: _____ Duração: _____ Hora/semana				ESPOR DURA	
61. Quanto tempo a criança passa sentada brincando (boneca, casinha, carrinho) e se dedicando às atividades escolares? (0) Zero (1) 30 minutos (2) 1 hora (3) 2 horas (4) 3 horas (5) 4 horas (6) Mais de 4 horas				CRISEN	
62. Quanto tempo a criança realiza atividades mais intensas (bola, bicicleta, brincando na rua)? (0) Zero (1) 30 minutos (2) 1 hora (3) 2 horas (4) 3 horas (5) 4 horas (6) Mais de 4 horas				CRIBRI	
63. Quanto tempo ao longo do dia a criança se expõe ao sol (ir a pé para a escola, brincar rua/quintal)? (0) Zero (1) 30 minutos (2) 1 hora (3) 2 horas (4) 3 horas (5) 4 horas (6) Mais de 4 horas				EXPSO	
64. Você tem o hábito de passar filtro solar na criança? (1) Todos os dias (2) As vezes (3) Nunca				HFS	
<b>PERCEPÇÃO DA ALIMENTAÇÃO DA CRIANÇA PELOS PAIS</b>					
65. Você tem o conhecimento da alimentação que é servida na escola do para a criança? (0) Sim (1) Não (77) NI <b>(*Caso a resposta seja NÃO, colocar o código (8888) NSA nas questões 66 e 67)</b>				CONH	
66. Você gosta da merenda que é servida para a criança na escola? (0) Sim (1) Não (77) NI (8888)NSA				GOALI	
67. Em sua opinião, a quantidade servida é satisfatória? (0) Sim (1) Não (77) NI (8888)NSA				QUAS	
68. Caso a escola não forneça mais a merenda, você teria condições financeiras de mandar lanche todos os dias para a criança? (0) Sim (1) Não (77) NI				COND	
69. Você costuma mandar algum lanche para a criança na escola quando ele/a está na escola? (0) Sim (1) Não Qual? _____				LANC	



PESQUISA DE AVALIAÇÃO DA SAÚDE DO ESCOLAR – VIÇOSA (MG)

**PASE**

POR QUÊ MANDA LANCHE? _____		
70. A merenda escolar é servida regularmente na escola do seu filho? (0) Sim (1) Não (77) NI	FMER	
71. Você tem conhecimento de atrasos do repasse dos recursos e/ou entrega dos alimentos na escola? (1) Sim (2) Não (77) NI	ATRA	
72. As aulas já foram suspensas devido a falta da merenda escolar? (0) Sim (1) Não (77) NI	SUSP	
73. Você já ouviu falar do Conselho de Alimentação Escolar? (0) Sim (1) Não	CAE	
<b>(*Caso a resposta seja NÃO, colocar o código (8888) NSA na questão 74.</b>		
74. Você participa do CAE? (0) Sim (1) Não (3) Pertence ao CAE, mas não desenvolve atividades.	PARTI	

## APÊNDICE E – Ficha de antropometria e avaliação da pressão arterial das crianças e seus pais

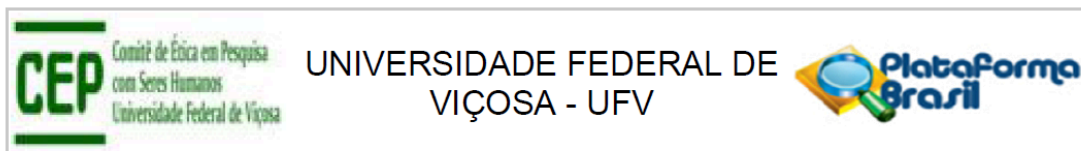


PESQUISA DE AVALIAÇÃO DA SAÚDE DO ESCOLAR – VIÇOSA (MG)

ANTROPOMETRIA		
<b>PESQUISADOR(A):</b>		<b>NQUES:</b>
<b>NOME DA ESCOLA:</b>		<b>ESCOLA:</b>
<b>NOME CRIANÇA:</b>	<b>ANO:</b>	<b>ANO:</b>
<b>NOME DA MÃE/ RESPONSÁVEL:</b>		
Altura 1: _____ cm		<b>ALTU</b>
Peso 1: _____ Kg		<b>MPES</b>
IMC: _____ Kg/m <sup>2</sup>		<b>IMC</b>
Perímetro da Cintura Cicatriz: _____ cm		<b>PCC</b>
Perímetro da Cintura Ponto Médio: _____ cm		<b>PCPM</b>
Perímetro Quadril: _____ cm		<b>MPC</b>
Perímetro do Pescoço: _____ cm		<b>PESC</b>
DCT: 1ª _____ mm 2ª _____ mm 3ª _____ mm Média: _____		<b>DCT</b>
DCB: 1ª _____ mm 2ª _____ mm 3ª _____ Média: _____		<b>DCB</b>
DCSI: 1ª _____ mm 2ª _____ mm 3ª _____ mm Média: _____		<b>DCSI</b>
DCSE: 1ª _____ mm 2ª _____ mm 3ª _____ mm Média: _____		<b>DCSE</b>
Estado nutricional: (1) Baixo peso (2) Eutrófico (3) Sobrepeso (4) Obeso (5) Obesidade Grave		<b>EN</b>
Estado nutricional definido: (1) Eutrófico (2) Excesso de peso		<b>END</b>
% gordura corporal (bioimpedância):		<b>GCBIO</b>
% gordura corporal (dobras cutâneas):		<b>GCDC</b>
% gordura corporal (DEXA):		<b>GCDEX</b>
Pressão Arterial Sistólica: 1ª Med: _____ 2ª Med: _____ 3ª Med: _____ Média PAS: _____		<b>PAS</b>
Pressão Arterial Diastólica: 1ª Med: _____ 2ª Med: _____ 3ª Med: _____ Média PAD: _____		<b>PAD</b>
A criança já teve a primeira menstruação? (0) Sim (2) Não (77) NI (8888) NSA		<b>MENA</b>
ANTROPOMETRIA DA MÃE		
Altura 1 mãe: _____ cm		<b>ALTM</b>
Peso 1 mãe: _____ Kg		<b>PESM</b>
Perímetro da cintura Ponto Médio: _____ cm		
Pressão Arterial Sistólica mãe : 1ª Medida: _____ 2ª Medida _____ Média PAS: _____		<b>PASM</b>
Pressão Arterial Diastólica mãe : 1ª Medida: _____ 2ª Medida _____ Média PAD: _____		<b>PADM</b>

## ANEXOS

### ANEXO A - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFV – PASE



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** VITAMINA D NA INFÂNCIA: INGESTÃO, NÍVEL SÉRICO E ASSOCIAÇÃO COM FATORES DE RISCO CARDIOVASCULARES

**Pesquisador:** Juliana Farias de Novaes

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 19532414.9.0000.5153

**Instituição Proponente:** Departamento de Nutrição e Saúde

**Patrocinador Principal:** MINISTERIO DA CIENCIA, TECNOLOGIA E INOVACAO

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 663.171

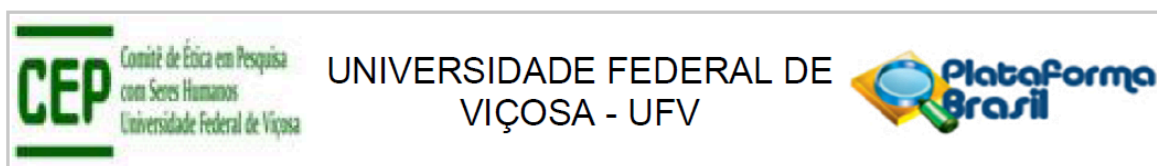
**Data da Relatoria:** 03/06/2014

##### Apresentação do Projeto:

O presente protocolo foi enquadrado como pertencente à(s) seguinte(s) Área(s) Temática(s): "Ciências da Saúde e Saúde Coletiva / Saúde Pública".

No documento intitulado "PB\_PROJETO\_DE\_PESQUISA\_195324%20(1).pdf", item introdução, lê-se: "A 1,25(OH)<sub>2</sub> D<sub>3</sub> (vitamina D) é um hormônio que regula o metabolismo do cálcio e do fósforo. Sua principal função é manter os níveis de cálcio e fósforo em um estado normal capaz de propiciar condições à maioria das funções metabólicas, entre elas a mineralização óssea (HOLICK,2006). A vitamina D é essencial durante a infância porque está envolvida no crescimento. Os níveis séricos normais de vitamina D determinam a absorção de 30% de cálcio da dieta e a sua deficiência pode causar atraso no crescimento, anormalidades ósseas e aumento do risco de fraturas (BUENO&CZEPIELEWSKI, 2008). A síntese cutânea da vitamina D, a partir da exposição solar, é a principal fonte para os indivíduos, além desta vitamina também ser obtida pela alimentação e uso de suplementos. Entretanto, a síntese cutânea pode variar de acordo com a época do ano, pigmentação da pele, idade e uso de filtros solares (HOLICK, 2007) Supõe-se que uma alimentação saudável seja suficiente para fornecer níveis adequados de vitamina D, entretanto, nem sempre isto ocorre. Existem alguns alimentos fontes de vitamina D tais como gema de ovo, fígado, manteiga e leite que podem ser menos consumidos em

**Endereço:** Universidade Federal de Viçosa, prédio Arthur Bernardes, piso inferior  
**Bairro:** campus Viçosa **CEP:** 36.570-000  
**UF:** MG **Município:** VICOSA  
**Telefone:** (31)3899-2492 **Fax:** (31)3899-2492 **E-mail:** cep@ufv.br



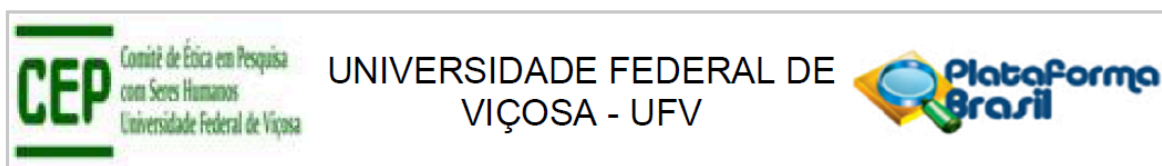
Continuação do Parecer: 663.171

função do teor aumentado de colesterol. Óleos de peixe também são excelentes fontes de vitamina D apesar de, muitas vezes, não serem consumidos em quantidades necessárias por populações (CALVO & WHITING, 2006). A deficiência/insuficiência de vitamina D tem sido considerada um problema de saúde pública no mundo (BINKLEY et al., 2010). Apesar do Brasil ser um país de clima tropical, níveis subclínicos de vitamina

D tem sido encontrados na população (PETERS et al., 2009; FOSS, 2009). Em estudos brasileiros, realizados com adolescentes, foram encontradas prevalências de 60 e 70,6% de níveis séricos insuficientes de vitamina D nos municípios de São Paulo (SP) e Juiz de Fora (MG), respectivamente (PETERS et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2013). Um adequado nível de vitamina D é essencial em todos os estágios de vida e há um consenso de que a concentração sérica de calcitriol [25(OH)D] é o melhor indicador desta vitamina (BINKLEY et al., 2010). Baixos níveis de calcitriol afetam diretamente a absorção de cálcio e

a mineralização óssea. Além disso, estudos têm mostrado que a deficiência desta vitamina é um fator associado ao desenvolvimento de doenças metabólicas e endócrinas (FOSS, 2009; BORGES et al., 2011). A vitamina D pode estar envolvida em vários processos tais como diferenciação e proliferação celular, secreção hormonal (ex: insulina), sistema imune e diversas doenças crônicas não-transmissíveis tais como obesidade, intolerância à glicose, aumento da pressão arterial e dislipidemias (KELLY et al., 2011). Estudos epidemiológicos recentes têm demonstrado que altos níveis séricos da 25-hidroxivitamina D (25OHD) estão associados com menor pressão arterial média e com redução da prevalência de hipertensão (PARIKH et al., 2005; SCRAGG et al., 2007). Por outro lado, a elevação na pressão arterial está associada com a gordura visceral, assim como níveis séricos de vitamina D também se apresentam reduzidos em indivíduos com maior quantidade de gordura corporal (SYME et al., 2008). A vitamina D pode afetar a resposta insulínica ao estímulo da glicose direta ou indiretamente (ZEITZ et al., 2003). O efeito direto parece ser mediado pela ligação da 1,25(OH)2D3 ao receptor da vitamina D da célula-. Além disso, a ativação da vitamina D pode ocorrer dentro das células- pela enzima 1-hidroxilase, expressa nessas células (BLAND et al., 2004). O efeito indireto é mediado pelo fluxo de cálcio intra e extracelular nas células-. O aumento na 1,25(OH)2D3 e no PTH induz maior influxo de cálcio para o interior das células. Como a secreção de insulina é um processo cálcio-dependente mediado pela 1,25(OH)2D3 e pelo PTH, o aumento nas concentrações destes, devido à insuficiência de 25(OH)D, pode reduzir a capacidade secretora dessas células (ZEITZ et al., 2003; ). Além disso, a deficiência de 25(OH)D parece dificultar a capacidade das células- na conversão da pró-insulina à insulina (AYESHA et al., 2001). Em resumo, os efeitos da vitamina D no diabetes

**Endereço:** Universidade Federal de Viçosa, prédio Arthur Bernardes, piso inferior  
**Bairro:** campus Viçosa **CEP:** 36.570-000  
**UF:** MG **Município:** VICOSA  
**Telefone:** (31)3899-2492 **Fax:** (31)3899-2492 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 663.171

evidenciam que a deficiência de 25(OH)D altera asíntese e secreção de insulina, tanto em modelos animais como em humanos (SCHUCH et al.,2009).O marcante número de publicações que identificam uma inadequação na concentração sérica de vitamina D em todo o mundo tem despertado o interesse de pesquisadores de avaliar a relação desta vitamina com doenças metabólicas (PETERLICK & CROSS,2005). Entretanto, esses estudos foram realizados principalmente com adultos e idosos e, até o momento, não há pesquisas avaliando vitaminaD sérica em crianças no Brasil. Como estudos epidemiológicos têm constatado aumento da prevalência de obesidade e de comorbidades associadas na infância (WANG et al., 2002; CÂNDIDO et al., 2009),o objetivo deste estudo é avaliar a ingestão e nível sérico de vitamina D entre crianças, e suas associações com fatores de risco cardiovasculares.

#### **Objetivo da Pesquisa:**

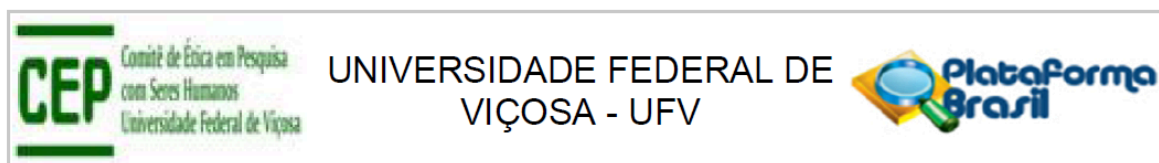
De acordo com o documento intitulado "PB\_PROJETO\_DE\_PESQUISA\_195324%20(1).pdf", o objetivo do projeto é: "Avaliar a ingestão e nível sérico de vitamina D e suas associações com fatores de risco cardiovasculares na infância."

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Os pesquisadores indicam no documento intitulado "PB\_PROJETO\_DE\_PESQUISA\_195324%20(1).pdf", os seguintes Riscos: "A participação das crianças não envolve nenhum risco potencial à saúde. Entretanto poderá ocorrer desconforto ou incômodo na coleta de sangue e na aferição das medidas antropométricas durante avaliação nutricional. Como medida preventiva, a coleta de sangue será realizada por enfermeiros devidamente treinados com materiais descartáveis, sem risco de contaminação. A avaliação nutricional será realizada em salas agradáveis e com privacidade para minimização de possíveis constrangimentos, sendo todas as medidas antropométricas indolores." e os seguintes benefícios: "Os resultados de ingestão e níveis séricos de vitamina D e suas associações com fatores de risco cardiovasculares na infância serão apresentados para a Prefeitura Municipal de Viçosa com o objetivo de subsidiar as políticas públicas de saúde, bem como os programas de atenção à saúde de crianças, de forma a aprimorar a prática dos profissionais envolvidos na área de saúde pública,especialmente aqueles do município de Viçosa e microrregião. O objetivo é estabelecer uma relação de diálogo entre pesquisadores e sociedade, fortalecendo a integração ensino-pesquisa

-serviço,fundamentados nas propostas do SUS através da qualificação dos profissionais e dos serviços prestados, com benefício direto à população e com alcance social local e regional.Este projeto proporcionará atendimentos nutricionais individuais com as crianças visando à reeducação alimentar e alteração do estilo de vida, quando necessário. Esta orientação nutricional será

**Endereço:** Universidade Federal de Viçosa, prédio Arthur Bernardes, piso inferior  
**Bairro:** campus Viçosa **CEP:** 36.570-000  
**UF:** MG **Município:** VICOSA  
**Telefone:** (31)3899-2492 **Fax:** (31)3899-2492 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 663.171

importante para promoção da alimentação saudável e do estilo de vida ativo, prevenindo assim, os fatores de risco cardiovasculares na vida atual e futura.”. Os benefícios apresentados pelos pesquisadores sobrepõem os riscos informados, sendo estes considerados mínimos.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O projeto apresentado atendeu às exigências referentes aos aspectos éticos que envolvem as pesquisas com seres humanos.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Os termos de apresentação obrigatória foram apresentados.

**Recomendações:**

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Projeto aprovado.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Ao término da pesquisa é necessária a apresentação do Relatório Final e após a aprovação desse, deve ser encaminhado o Comunicado de Término dos Estudos.

Projeto analisado durante a 3ª reunião de 2014.

VICOSA, 27 de Maio de 2014

---

**Assinado por:**  
**Patrícia Aurélia Del Nero**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Universidade Federal de Viçosa, prédio Arthur Bernardes, piso inferior  
**Bairro:** campus Viçosa **CEP:** 36.570-000  
**UF:** MG **Município:** VICOSA  
**Telefone:** (31)3899-2492 **Fax:** (31)3899-2492 **E-mail:** cep@ufv.br

## ANEXO B – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFV

### – Dados ambientais



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Levantamento de dados do ambiente construído da zona urbana de Viçosa (MG)

Pesquisador: Andréia Queiroz Ribeiro

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 61511216.40000.5153

Instituição Proponente: Departamento de Nutrição e Saúde

Patrocinador Principal: MINISTERIO DA CIENCIA, TECNOLOGIA E INOVACAO

##### DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.821.618

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

Ao término da pesquisa é necessário apresentar, via notificação, o Relatório Final (modelo disponível no site [www.cep.ufv.br](http://www.cep.ufv.br)). Após ser emitido o Parecer Consubstanciado de aprovação do Relatório Final, deve ser encaminhado, via notificação, o Comunicado de Término dos Estudos para encerramento de todo o protocolo na Plataforma Brasil.

Projeto aprovado autorizando o início da coleta de dados com os seres humanos a partir da data de emissão deste parecer.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_793053.pdf	19/10/2016 22:36:08		Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	19/10/2016 22:34:55	Andréia Queiroz Ribeiro	Aceito
Outros	Questionarios.pdf	13/10/2016 20:15:20	Andréia Queiroz Ribeiro	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_COEP.pdf	13/10/2016 20:13:08	Andréia Queiroz Ribeiro	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

VIÇOSA, 16 de Novembro de 2016

Assinado por:  
HELEN HERMANA MIRANDA HERMSDORFF  
(Coordenador)

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes  
Bairro: Campus Universitário CEP: 36.570-900  
UF: MG Município: VIÇOSA  
Telefone: (31)3899-2492 E-mail: [cep@ufv.br](mailto:cep@ufv.br)

**ANEXO C** – Instrumento de avaliação objetiva de estabelecimentos de venda de alimentos para consumo em domicílio

Avaliador:		
Nome do estabelecimento:		
Setor censitário ID:	Data:	
Hora de Início:	Hora do fim:	
Endereço:		
Coordenada:		
1. Tipo de loja:		
1	Loja de conveniência ou em postos de gasolina e farmácias	
2	Sacolão	
3	Mercearia	
4	Supermercado	Nº de caixas:
5	Padaria	
6	Bar	
7	Açougue e Peixaria	
8	Laticínios e frios	
9	Bomboniere	
10	Distribuidora de bebidas	
11	Loja de produtos naturais	
2. Funcionamento desde:		
3. Já exerceu outro tipo de atividade?		
0 Sim	1 Não	
3a. Qual atividade?		
4. Sempre vendeu esses produtos?		
0 Sim	1 Não	
4a. Quais produtos?		
5. Esse estabelecimento comercializa frutas, legumes ou verduras?		
0 Sim	1 Não	
5a. 0 Frutas	1 Legumes	2 Verduras
6. Esse estabelecimento comercializa refrigerantes?		
0 Sim	1 Não	
7. Esse estabelecimento comercializa néctar ou refresco em pó?		
0 Sim	1 Não	
8. Alimentos Ultraprocessados		
8a. Biscoitos recheados	8d. Congelados	
8b. Salgadinhos de pacote	8e. Embutidos	
8c. Guloseimas (balas, doces e chocolates)		

**ANEXO D – Instrumento de avaliação objetiva de estabelecimentos de venda de alimentação fora de casa – restaurantes**

Avaliador:	
Nome do estabelecimento:	
Setor censitário ID:	Data:
Hora de Início:	Hora do fim:
Endereço:	
1. Tipo de estabelecimento	
1	<b>A La carte</b> – oferece serviço de mesa completo, com garçons e cardápio na mesa
2	<b>Self Service ou rodízio</b> – serviço de buffet com preço fixo ou buffet e serviço a La carte ou no sistema de rodízio com serviço à mesa (ex: churrascarias, rodízio de pizza, rodízio de sushi)
3	<b>Restaurante por quilo</b> – oferece serviço de buffet cobrado por quilo.
4	<b>Restaurante de comida rápida (fast food) de grandes redes</b> – oferece serviço de pedido no balcão com pagamento imediato. Alimentos preparados em grandes quantidades e previamente. (Ex: McDonald's, Burguer King, Bob's, Habib's)
5	<b>Restaurante de comida rápida (fast food) de pequenas redes ou de “bairro”</b> - Lanchonete – oferece serviço de pedido no balcão com pagamento imediato.
6	<b>Bar</b> – oferece refeições rápidas e sanduíches. Serviço de balcão ou na mesa com mínimo serviço de garçons. Servem grandes quantidades de bebidas alcoólicas.
7	<b>Padaria</b> – oferece refeições rápidas e sanduíches. Servidos no balcão ou na mesa com o mínimo de garçons. São vendidos além de alimentos para o consumo imediato, produtos de confeitaria e panificação para o consumo no domicílio.
8	<b>Café</b> – oferece refeições rápidas, principalmente doces, salgados, sanduíches e grande variedade de bebidas, com serviço de mesa completo ou pedidos no balcão.
9	<b>Sorveteria</b> – oferece sorvetes, smoothies, frozen yoghurt como principal item.
2. Funcionamento desde:	
3. Já exerceu outro tipo de atividade?	
0 Sim	1 Não
3a. Qual atividade?	
4. Sempre vendeu esses produtos?	
0 Sim	1 Não
4a. Quais produtos?	
1 Há um buffet de saladas\verduras\legumes ou há essas opções no buffet?	
0 Sim	1 Não
2 Esse estabelecimento comercializa refrigerantes?	
0 Sim	1 Não
3 Esse estabelecimento comercializa néctar ou refresco em pó?	
0 Sim	1 Não
4 Há opção de sucos naturais frescos ou preparados a partir de polpa congelada?	
0 Sim	1 Não
5 Esse estabelecimento comercializa guloseimas (balas, doces e chocolates)?	
0 Sim	1 Não

**ANEXO E** – Instrumento de avaliação objetiva de alimentação fora de casa – ambulantes

Avaliador:	
Nome do estabelecimento:	
Setor censitário ID:	Data:
Hora de Início:	Hora do fim:
Endereço:	
Coordenada:	
1. Tipo de estabelecimento	
1	Guloseimas
2	Lanches
3	Frutas, legumes e verduras
2. Funcionamento desde:	
3. Em qual(is) dia(s) da semana?	
1	Segunda-feira
2	Terça-feira
3	Quarta-feira
4	Quinta-feira
5	Sexta-feira
6	Sábado
7	Domingo
8	Todos os dias
4. Sempre funciona\funcionou no mesmo local?	
0 Sim	1 Não
4a. Se não, onde?	
1 Já exerceu outro tipo de atividade?	
0 Sim	1 Não
5a. Se sim, qual atividade?	
2 Sempre vendeu esses produtos?	
0 Sim	1 Não
6a. Se não, quais produtos?	

**ANEXO F – Instrumento de avaliação objetiva de feiras livres**

Avaliador:	
Setor censitário ID:	Data:
Hora de Início:	Hora do fim:
Endereço:	
Coordenada:	
1. Em qual(is) dia(s) da semana acontece a feira?	
1	Segunda-feira
2	Terça-feira
3	Quarta-feira
4	Quinta-feira
5	Sexta-feira
6	Sábado
7	Domingo
2. Há barracas servindo comidas prontas para o consumo?	
0 Sim	1 Não
3. Dentre os grupos de alimentos abaixo especificados, quais deles estão disponíveis nestas barracas?	
1	Bebidas açucaradas (refrigerantes, sucos e refrescos com açúcar, etc.)
2	Produtos de panificação\ biscoitos industrializados
3	Salgadinhos de pacote
4	Cachorro quente\hamburger
5	Pastel\ outros salgados
6	Doces

**ANEXO G** – Instrumento de avaliação objetiva dos locais para atividade física e/ou de lazer

	QUESTÃO	OPÇÕES	CO D
1	Qual o tipo de estrutura para atividade física	(0) Parque, bosque (1) Praça, jardim (2) Canteiros habitáveis (3) Local Privado (4) Não Possui (pule para observações)	
2	Nome do estabelecimento (se privado)		
3	Funciona desde (ano)?		
4	O local é completamente cercado?	(0) Sim (1) Não	
5	Há módulo policial no local?	(0) Sim (1) Não	
6	Assinale as estruturas presentes para prática de atividades físicas	(0) Campo de futebol (grama) Quantos: _____ (1) Campo de voleibol (grama) – Quantos: _____ (2) Campo de futebol (areia) – Quantos: _____ (3) Quadra de voleibol (areia) – Quantos: _____ (4) Quadra de futebol (asfalto?cimento) – Quantos: _____ (5) Quadra de voleibol (asfalto?cimento) – Quantos: _____ (6) Quadra de basquete (asfalto?cimento) – Quantos: _____ (7) Quadra de tênis – Quantos: _____ (8) Academia ao ar livre – Quantos: _____ (9) Parquinho – Quantos: _____ (10)Pista de caminhada?corrida – Quantos: _____ (11)Pista de bicicleta – Quantos: _____ (12)Outros _____	
7	Estruturas para conforto do usuário no local	a) Banheiro gratuito - quantidade _____ b) Banheiro pago - quantidade _____ c) Bancos - quantidade _____ d) Bebedouro - quantidade _____ e) Postes - quantidade _____ f) Mesas de picnic - quantidade _____ g) Mesas de picnic cobertas - quantidade _____ h) Vestiário - quantidade _____ i) Lixeiras - quantidade _____	
8	Condições de limpeza e estética do ambiente	a) Vidro quebrado - quantidade _____ b) Sujeira de animais - quantidade _____ c) Cachorro solto - quantidade _____ d) Evidências de uso de álcool - quantidade _____ e) Pichações - quantidade _____ f) Lixo espalhado (sujeira) - quantidade _____ g) Sinais de vandalismo - quantidade _____ h) Mato ou grama alta - quantidade _____	

9	Serviços oferecidos no local	a) Lanchonete (0) Sim (1) Não b) Vendedor ambulante (0) Sim (1) Não c) Aulas de AF gratuitas (0) Sim (1) Não d) Aulas de AF pagas (0) Sim (1) Não e) Empréstimo de materiais para AF (0) Sim (1) Não f) Locação de materiais para AF (0) Sim (1) Não	
10	Acessibilidade para o local	a) Ponto de ônibus (0) Sim (1) Não b) Ponto de táxi (0) Sim (1) Não c) Estacionamento para carros (0) Sim (1) Não d) Ciclovia (0) Sim (1) Não e) Bicicletário (0) Sim (1) Não	
11	<b>Observações:</b>		