

FERNANDA MARTINS DE ALBUQUERQUE

ZINCO NA INFÂNCIA: INGESTÃO, CONCENTRAÇÃO SÉRICA E ASSOCIAÇÃO
COM FATORES CARDIOMETABÓLICOS

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

VIÇOSA

MINAS GERAIS - BRASIL

2016

FERNANDA MARTINS DE ALBUQUERQUE

ZINCO NA INFÂNCIA: INGESTÃO, CONCENTRAÇÃO SÉRICA E ASSOCIAÇÃO
COM FATORES CARDIOMETABÓLICOS

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

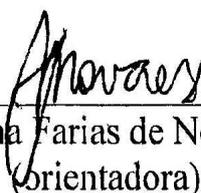
APROVADA: 18 de julho de 2016.



Patrícia Feliciano Pereira



Brunnella Alcantara Chagas de Freitas



Juliana Farias de Novaes
(orientadora)

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

A345z
2016

Albuquerque, Fernanda Martins de, 1990-

Zinco na infância : ingestão, concentração sérica e
associação com fatores cardiometabólicos / Fernanda Martins
de Albuquerque. – Viçosa, MG, 2016.

xvii, 84f. : il. ; 29 cm.

Inclui anexos. Inclui apêndices.

Orientador: Juliana Farias de Novaes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa. Inclui bibliografia.

1. Alimentos - Micronutrientes. 2. Zinco. 3. Minerais
na nutrição humana. 4. Criança - Composição corporal.

I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Nutrição
e Saúde. Programa de Pós-graduação em Ciência da
Nutrição.

II. Título.

CDD 22. ed. 613.285

Dedico este trabalho à Deus, a minha mãe e a minha irmã, meus alicerces, que sempre estiveram ao meu lado nos melhores e piores momentos com todo apoio e amor e que também são merecedores da minha vitória.

*“E as eiras se encherão de trigo
e os lagares transbordarão de mosto e de azeite.
E comereis abundantemente e vos fartareis
e louvareis o nome do Senhor vosso Deus” Joel 2.24;26a*

AGRADECIMENTOS

Chegou o momento tão esperado! Após dois anos de trabalho árduo, persistência, dúvidas e incertezas, finalizo mais uma etapa com a sensação de dever cumprido! Mas essa vitória não seria possível sem pessoas que cruzaram o meu caminho tornando-o mais leve e feliz!

Tenho certeza de que esse mestrado foi um propósito de Deus na minha vida e à Ele agradeço noite e dia, por me sustentar, por caminhar comigo, por me amar e por me conceder bênçãos infinitamente maiores do que eu possa merecer ou imaginar!

“Entrega o teu caminho ao Senhor, confia N’ele, e o mais, Ele fará!”

Agradeço à minha mãe Eliane por todo amor, apoio e dedicação. Se hoje estou aqui é por mérito dela, que teve de exercer papel de pai e mãe e lutou sempre para conseguir me dar o melhor. Ela que vibra com minhas alegrias, e chora junto com minhas tristezas e quando podia, vinha correndo pra Viçosa só para ficarmos mais um pouco juntinhas!

À minha irmã Amanda, amiga, companheira e amorosa, sempre preocupada comigo e me apoiando mesmo que de longe. Pelo telefone, tentamos diminuir a distância Viçosa - Rio de Janeiro que nos separava. Nas férias e feriados corria para a casa dela, sempre muito bem recebida, passava dias maravilhosos! Obrigada por me proporcionar tantas alegrias!

Ao meu irmão Rafael, agradeço por todo carinho e cuidado comigo!

À minha avó Zezé, meu maior exemplo de mulher de fé, batalhadora e vencedora! Minha inspiração para gostar dos estudos, de ler um bom livro, de apreciar a arte e a natureza! Avó amorosa e que nunca mediu esforços para me ajudar!

Ao meu amado avô José Martins, que com seus amigos me ajudou na mudança para Viçosa, agradeço por todo carinho e amor!

Aos meus tios e primos que sempre torceram por mim e às minhas queridas amigas de Juiz de Fora! À Lívia, pela parceria e amizade nesses dois anos de convivência!

Aos meus professores da graduação e à UFJF, que de alguma forma, me influenciaram a optar pela carreira acadêmica.

Sair de casa foi sem dúvida um grande desafio nesses dois anos, o crescimento e amadurecimento que tive nesse tempo são imensuráveis! A saudade da família era inevitável, mas algumas pessoas amenizaram esse sentimento e muito me acolheram! Por isso agradeço ao André, sempre companheiro, amoroso e cuidadoso comigo, e à família Fialho Bitarães, minha “família viçosense”, essenciais na minha caminhada!

Aqui conquistei amizades que espero levar pelo resto da vida, pessoas especiais como Mariana (minha dupla e super parceira de sempre), Luana, Naruna e Gabi! Amigas queridas e companheiras de estudos, de viagens e de diversão! Amo vocês!

Agradeço à equipe PASE, o melhor grupo de pesquisa que eu poderia sonhar em ter. Com vocês aprendi muito e compartilhei muitos momentos inesquecíveis!

Sou grata também aos amigos que a pós graduação me concedeu, colegas de disciplina, grupo do MMM, pessoas que sempre guardarei com carinho no coração.

Agradeço à minha orientadora Juliana pela confiança, paciência e pela oportunidade de aprendizado. Você é um exemplo de motivação e de paixão pela profissão, o que me inspira seguir a carreira acadêmica! Também às minhas co-orientadoras, professoras exemplares, Sylvia e Milene, por todo o auxílio e pelas preciosas contribuições para o meu trabalho!

De forma especial agradeço à amiga Poliana, pela disponibilidade e ajuda no desenvolvimento desse trabalho. Tenho certeza que, com sua humildade e dedicação à pesquisa, você vai longe!

Muitas pessoas contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, cada um a sua maneira, tornando a realização dessa extensa coleta de dados um sonho possível. Meus sinceros agradecimentos à bolsista do projeto Tamires e às voluntárias Fran, Mariana, Isabelle e todos os alunos do PET Nutrição, aos funcionários, professores e diretores das escolas e aos funcionários da Divisão de Saúde e à Solange, do Laboratório de Análises Clínicas da UFV.

Não poderia deixar de agradecer aos principais personagens dessa linda história escrita pela equipe PASE, as crianças voluntárias e seus pais, que tornaram nossa rotina muito mais prazerosa e alegre! Se de alguma forma, nós como nutricionistas e pesquisadoras conseguimos contribuir para uma melhor qualidade de vida dessas famílias, isso prova que todo o esforço valeu a pena!

Por fim, agradeço aos membros da banca de defesa pelo aceite ao convite e pelo tempo despendido e dedicado para contribuição com o meu trabalho. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento deste estudo. À Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição pela excelente qualidade de ensino e por contribuir para o meu crescimento profissional e pessoal.

BIOGRAFIA

FERNANDA MARTINS DE ALBUQUERQUE, filha de Eliane Aparecida Martins e José Armando Cavalcanti de Albuquerque (*in memoriam*), nasceu em 23 de novembro de 1990, em Juiz de Fora - Minas Gerais - Brasil.

Em agosto de 2010, ingressou no Curso de Nutrição da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), graduando-se Nutricionista em julho de 2014.

Em agosto de 2014 iniciou o curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) na área de Saúde e Nutrição de Grupos Populacionais, submetendo-se a defesa de sua dissertação em julho de 2016.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS, QUADROS E FIGURAS	ix
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xi
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xvi
1.INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	6
2.1 Artigo de revisão: Relação entre a deficiência de zinco e alterações cardiometabólicas em crianças e adolescentes: uma revisão sistemática	7
3.OBJETIVOS	26
3.1 Objetivo geral.....	26
3.2 Objetivos específicos.....	26
4. MATERIAIS E MÉTODOS	27
4.1 População e delineamento do estudo.....	27
4.2 Questionário.....	29
4.3 Avaliação antropométrica e de Composição Corporal.....	30
4.4 Avaliação bioquímica.....	31
4.5 Avaliação da pressão arterial.....	33
4.6 Avaliação dietética.....	34
4.7 Análises estatísticas.....	35
4.8 Aspectos éticos.....	36
5. RESULTADOS	40
5.1 Artigo original: Associação entre as concentrações séricas de zinco e hipercolesterolemia e resistência à insulina em crianças brasileiras	41
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
7. APÊNDICES	73
8. ANEXOS	83

LISTA DE TABELAS, QUADROS E FIGURAS

	Página
REVISÃO	
Artigo de Revisão - Relação entre a deficiência de zinco e alterações cardiometabólicas em crianças e adolescentes: uma revisão sistemática.	
Tabela 1. Critérios de inclusão e de não inclusão de artigos para revisão sistemática.....	19
Tabela 2. Critérios de inclusão dos estudos na revisão sistemática.....	20
Tabela 3. Levantamento de estudos observacionais realizados para investigar as concentrações de zinco e a associação com indicadores antropométricos, de composição corporal e cardiometabólicos.....	21
MATERIAIS E MÉTODOS	
Figura 1 – Esquema da coleta de dados.....	29
Quadro 1. Valores em score-z para classificação do estado nutricional pelo índice IMC/idade, de crianças de 5 a 10 anos.....	30
Quadro 2. Pontos de corte para classificação da gordura corporal.....	31
Quadro 3. Pontos de corte adotados para avaliação dos parâmetros bioquímicos em crianças.....	33
Quadro 4. Classificação da pressão arterial de crianças.....	34
RESULTADOS	
Artigo Original - Associação entre as concentrações séricas de zinco e hipercolesterolemia e resistência à insulina em crianças brasileiras	
Tabela 1. Distribuição média/mediana das variáveis antropométricas, de composição corporal, dietéticas, bioquímicas e clínicas de crianças segundo o sexo. Viçosa, MG, 2015.....	61
Tabela 2. Correlações entre a concentração sérica de zinco com as variáveis antropométricas, de composição corporal, dietéticas, bioquímicas e clínicas em crianças. Viçosa, MG, 2015.....	63
Tabela 3. Distribuição da concentração sérica de zinco em relação às variáveis antropométricas, dietéticas, bioquímicas e clínicas em crianças. Viçosa, MG, 2015.....	64
Tabela 4. Distribuição de variáveis antropométricas, de composição corporal, dietéticas,	

bioquímicas e clínicas de acordo com o tercil de concentração sérica de zinco em crianças. Viçosa, MG, 2015.....	65
Tabela 5. Distribuição de variáveis antropométricas, de composição corporal, bioquímicas e clínicas de acordo com o tercil de ingestão de zinco em crianças. Viçosa, MG, 2015.....	68
Tabela 6. Regressão de Poisson bivariada e multivariada entre o menor tercil da concentração sérica de zinco com alterações cardiometabólicas em crianças. Viçosa, MG, 2015.....	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADA - Associação Americana de Diabetes
ANOVA - Análise de Variância
Apo A - Apolipoproteína A
Apo B - Apolipoproteína B
Apo B/Apo A - Relação da Apolipoproteína B por apolipoproteína A
CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
cm - Centímetro
CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CT/HDL-c- Relação Colesterol Total por Lipoproteína de Alta Densidade de Colesterol
CT - Colesterol Total
DEXA - Absortometria de raios-x de dupla energia
dL - Decilitro
DP - Desvio-padrão
EAR – Necessidade Média Estimada
E/I - Estatura para idade
g - Grama
HAS - Hipertensão Arterial Sistêmica
HDL-c - Lipoproteína de Alta Densidade de Colesterol
HOMA-IR - Homeostase da Insulina – Resistência à Insulina
HOMO - Homocisteína
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC95% - Intervalo de Confiança de 95%
IZiNCG - Grupo Consultivo Internacional para a Nutrição de Zinco
IDR - Ingestão Diária Recomendada
IIQ - Intervalo Interquartilico
IMC - Índice de Massa Corporal
IMC/Idade - Índice de Massa Corporal para Idade
IOM – Instituto de Medicina
Kcal - Quilocalorias
kg - Quilogramas

kg/m² - Quilogramas por Metro Quadrado
km - Quilômetros
LDL-c - Lipoproteína de Baixa Densidade de Colesterol
LILACS - Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde
m - Metro
mL - Mililitros
MG - Minas Gerais
mg/dL- Miligrama por Decilitro
mmHg - Milímetros de mercúrio
mmol/L - Milimole por Litro
mU/mL - Miliunidades por Mililitro
n - Amostra
OMS - Organização Mundial da Saúde
O R - *Odds Ratio*
p - Nível de significância estatística (probabilidade)
p90 - Percentil 90
PAD - Pressão arterial diastólica
PAS - Pressão arterial sistólica
PASE – Pesquisa de Avaliação da Saúde do Escolar
PC - Perímetro da Cintura
PNAE - Programa Nacional de Alimentação Escolar
POF – Pesquisa de Orçamento Familiar
PubMed - *National Library of Medicine, Bethesda*
R24h - Recordatório de 24 horas
PCR-US - Proteína C Reativa Ultra-Sensível
RCE - Relação cintura/estatura
RP - Razão de Prevalência
SBC - Sociedade Brasileira de Cardiologia
SBH - Sociedade Brasileira de Hipertensão
TACO - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos
TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TG - Triglicerídeos

TG/HDL-c - Relação dos Triglicerídeos por Lipoproteína de Alta Densidade de Colesterol

r - Coeficiente de Correlação

UFV - Universidade Federal de Viçosa

USDA - Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

VLDL - Lipoproteína de Muito Baixa Densidade

WHO – Organização Mundial da Saúde

ZAG - Zinco- α -2 Glicoproteína

$\mu\text{g/dL}$ - Micrograma por Decilitro

$\mu\text{g/dia}$ - Micrograma por Dia

$\mu\text{mol/L}$ - Micromol por Litro

$\mu\text{g Zn/g}$ - Micrograma de Zinco por Grama

$\mu\text{g Zn/g Hb}$ - Micrograma de Zinco por Grama de Hemoglobina

$\mu\text{g Zn/24h}$ - Micrograma de Zinco por 24 horas

$\mu\text{UI/mL}$ - Microgramas de Unidades Internacionais por Mililitro

% - Percentual

%GC - Percentual de Gordura Corporal Total

%GAN - Percentual de Gordura Corporal Androide

RESUMO

ALBUQUERQUE, Fernanda Martins de, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2016. **Zinco na infância: ingestão, concentração sérica e associação com fatores cardiometabólicos.** Orientadora: Juliana Farias de Novaes. Coorientadoras: Milene Cristine Pessoa e Sylvia do Carmo Castro Franceschini.

O estado nutricional adequado de zinco é necessário para o crescimento, imunidade e desenvolvimento neurocomportamental na infância, e, em termos de vulnerabilidade biológica, as crianças são consideradas um grupo de risco para a deficiência desse mineral. Além disso, o papel do zinco como importante regulador metabólico na patogênese da obesidade e fatores de risco associados tem sido investigado, contudo os estudos são escassos e apresentam resultados contraditórios. Desta forma, objetivou-se avaliar a ingestão e o estado nutricional deste micronutriente e sua associação com fatores cardiometabólicos em crianças. Trata-se de um estudo transversal, de base populacional, realizado com 378 crianças de 8 e 9 anos de escolas públicas e privadas da zona urbana do município de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Foram aferidos peso, estatura, perímetro da cintura (PC) e pressão arterial (PA). A partir das medidas antropométricas foram calculados o Índice de Massa Corporal (IMC) e a relação cintura/estatura (RCE). O estado nutricional foi classificado pelo IMC segundo a Organização Mundial da Saúde (2007). A composição corporal foi avaliada pela técnica de absorptometria de raios-x de dupla energia (*Energy X-ray Absorptiometry* - DEXA). Foram realizadas análises laboratoriais para obtenção de glicose, insulina, colesterol total (CT), lipoproteína de alta densidade de colesterol (HDL-c) e de baixa densidade de colesterol (LDL-c), triglicerídeos (TG), apolipoproteína A (Apo A) e B (Apo B), ácido úrico, leptina, homocisteína, proteína C reativa-ultra sensível (PCR-US) e zinco. As concentrações séricas de zinco < 65 µg/dL foram consideradas como deficiência deste mineral. A ingestão dietética foi avaliada pela aplicação de três recordatórios de 24 horas em dias não consecutivos. Os dados de consumo foram ajustados pela energia segundo o método residual. Foram coletadas informações como idade, sexo, escolaridade materna, renda per capita, realização de atividade física e comportamento sedentário. Foi realizada regressão de Poisson com variâncias robustas para avaliar a associação entre a concentração sérica de zinco e os fatores cardiometabólicos em crianças. A média da concentração sérica de

zinco foi 95,2 µg/dl para ambos os sexos e a deficiência foi observada em 1,3% das crianças. As meninas apresentaram maiores valores médios/medianos de gordura corporal total ($p<0,001$), gordura androide ($p<0,001$), insulina ($p=0,015$), leptina ($p=0,003$) e das relações CT/HDL-c ($p=0,012$), TG/HDL-c ($p=0,011$) e ApoB/ApoA ($p=0,003$), e menores de zinco sérico ($p=0,021$), HDL-c ($p=0,015$), Apo A ($p=0,017$) e glicemia ($p<0,001$). A prevalência de inadequação da ingestão de zinco foi de 48,0%. Ao avaliar os tercís de ingestão dietética de zinco, verificou-se uma menor mediana de TG (64,0 mg/dl) e da relação TG/HDL-c (1,3) no 3º tercíl ($p<0,05$). Observou-se que, no 1º tercíl de concentração sérica de zinco, a prevalência de resistência à insulina foi 96% maior (RP:1,96; IC95%:1,04-3,66) enquanto a prevalência de hipercolesterolemia foi 23% menor (RP:0,77; IC95%:0,61-0,96) em relação à categoria de referência (2º e 3º tercíl). Esses são resultados inéditos na população infantil brasileira e sendo esta uma fase privilegiada para a implementação e modificação dos hábitos alimentares ou estilo de vida, os mesmos servam para embasar ações norteadoras na saúde pública e atuação eficaz dos profissionais de saúde na prevenção e tratamento de alterações cardiometabólicas com ênfase no cuidado dietético.

ABSTRACT

ALBUQUERQUE, Fernanda Martins de, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2016. **Zinc in childhood: intake, serum concentration and association with cardiometabolic factors.** Orientadora: Juliana Farias de Novaes. Coorientadoras: Milene Cristine Pessoa and Sylvia do Carmo Castro Franceschini.

Proper nutritional status of zinc is necessary for growth, immunity and neurobehavioral development in childhood, and in terms of biological vulnerability, children are considered a risk group for this mineral. Furthermore, the role of zinc as an important metabolic regulator in the pathogenesis of obesity and associated risk factors has been investigated, however studies are rare and have different results. Thus, this study aimed to evaluate the intake and nutritional status of this micronutrient and its association with cardiometabolic factors in children. This is a cross-sectional, population-based, carried out with 378 children aged 8 and 9 years of public and private schools in the urban area of the municipality of Viçosa, Minas Gerais, Brazil. They were measured weight, height, waist circumference (WC) and blood pressure (BP). From the anthropometric measurements were used to calculate body mass index (BMI) and the waist/height ratio (WHR). Nutritional status was classified by BMI according to World Health Organization (2007). Body composition was measured by absorptiometry technique dual x-ray energy (DXA). laboratory tests to obtain glucose were performed, insulin, total cholesterol (TC), high density lipoprotein cholesterol (HDL-c) and low cholesterol density (LDL-c), triglycerides (TG), apolipoprotein A (Apo A) and B (Apo B), uric acid, leptin, homocysteine, C-reactive protein ultra sensitive (CRP-us) and zinc. Serum Zinc < 65 mg/dL were considered as deficiency of this mineral. The dietary intake was assessed by the application of three 24-hour recalls on non-consecutive days. Consumption data were adjusted for energy under the residual method. They collected information such as age, sex, maternal education, per capita income, engaging in physical activity and sedentary behavior. Poisson regression was performed with robust variance to evaluate the association between serum zinc and cardiometabolic factors in children. The average zinc serum concentration was 95,2 mg/dL for both sexes and the deficiency was observed in 1,3% of children. Girls had higher average/median values of total body fat ($p<0,001$), android fat ($p<0,001$), insulin ($p=0,015$), leptin ($p=0,003$) and TC/HDL-c ($p=0,012$),

TG/HDL-c ($p=0,011$) and ApoB/ApoA ($p=0,003$), and lower serum zinc levels ($p=0,021$) HDL-c levels ($p=0,015$), Apo A ($p=0,017$) and glucose ($p<0,001$). The prevalence of inadequate zinc intake was 48,0%. To assess the dietary intake of zinc tertiles, there was a lower median TG (64,0 mg/dL) and the ratio TG/HDL-c (1,3) in the 3rd tertile ($p<0,05$). It was observed that in the 1st tertile of serum zinc concentration, the prevalence of insulin resistance was 96% greater (OR:1,96; 95%CI: 1,04-3,66) while the prevalence of hypercholesterolaemia was 23% lower (PR: 0,77; 95%CI: 0,61-0,96) compared to the reference category (2nd and 3rd tertile). These are unprecedented results in children in Brazil and this being a prime stage for the implementation and modification of eating habits or lifestyle, the same servam to support guiding actions in public health and efficient performance of health professionals in the prevention and treatment of cardiometabolic disorders with emphasis on dietary care.

1. INTRODUÇÃO

A deficiência de micronutrientes pode ser considerada como um problema de saúde global atingindo cerca de dois bilhões de pessoas, deficientes em minerais e vitaminas essenciais, especialmente vitamina A, iodo, ferro e zinco (WHO, 2007). O consumo insuficiente de micronutrientes está entre os dez principais fatores de risco para a carga total global de doenças (WHO, 2001).

O zinco é um mineral que participa de vários processos fisiológicos regulando função imune, antioxidante, de crescimento e desenvolvimento celular e tecidual, sendo cofator e componente estrutural e/ou funcional de enzimas como metaloenzimas e metaloproteínas (SZCZUREK et al., 2001). Essas características devem-se às suas propriedades físico-químicas excepcionalmente versáteis (VALLEE et al., 1993), tornando-o um elemento ideal para participar de funções reguladoras catalíticas, estruturais e celulares (COUSINS et al., 1996).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) e o Grupo Consultivo Internacional para a Nutrição de Zinco (IZiNCG) consideram o risco de deficiência de zinco baseado no índice composto de déficit de estatura para idade (E/I) e de percentual de inadequação de ingestão dietética de zinco. Deste modo, o índice composto classifica o risco de deficiência de zinco em uma população em baixo quando se observa menos de 10% de prevalência para o déficit E/I e menos de 15% para a inadequação de ingestão; moderado entre 10% e 20% para E/I e entre 15% e 25% de inadequação de ingestão e alto maior ou igual a 20% para E/I e maior que 25% de inadequação de ingestão (WHO 2001; IZiNCG 2007).

Estima-se que 20% da população mundial está em risco de deficiência de zinco (KUMSSA et al., 2015). Sabe-se que, nos últimos anos, apesar da diminuição, essa prevalência ainda permanece considerável em países menos desenvolvidos dos continentes africano e asiático (KUMSSA et al., 2015). No Brasil, dados da Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) demonstram que houve aumento da disponibilidade domiciliar de alimentos ao longo dos anos (IBGE, 2011) e diminuição da prevalência de déficit de estatura em crianças menores de cinco anos (IBGE, 2010), sendo assim, o país pode ser classificado como de baixo risco para deficiência de zinco (KUMSSA et al., 2015).

As principais fontes alimentares de zinco são as carnes, ovos, frutos do mar e leguminosas (LEÃO, 2008). Os cereais e vegetais também podem ser considerados fontes desse mineral, podendo conter substâncias como fitatos, que prejudicam sua biodisponibilidade e absorção (WEFFORT, 2014).

Como ainda não há um único indicador que forneça com precisão o diagnóstico relativo ao estado nutricional do zinco, para avaliar as concentrações corporais deste micronutriente são também utilizados marcadores bioquímicos, sendo atualmente, o zinco sérico o indicador mais utilizado em estudos epidemiológicos (BENOIST et al., 2007).

Um estado nutricional adequado de zinco é necessário para o crescimento, imunidade e desenvolvimento neurocomportamental na infância (BROWN et al., 2004), e, por apresentar maior vulnerabilidade biológica ou social, as crianças são consideradas um grupo de risco para essa deficiência (SILVA-SANTANA et al., 2002).

O Brasil tem passado por um processo de transição nutricional marcado pelo aumento do sobrepeso e da obesidade e pelo declínio da desnutrição em todas as faixas etárias (IBGE, 2010). A obesidade se apresenta como um fator de risco para o desenvolvimento de outras doenças, como hipertensão arterial, doenças cardiovasculares, diabetes tipo 2 e síndrome metabólica (GARCÍA et al., 2012). Ainda assim, mais de 30% da população mundial é afetada por deficiências subclínicas, um fenômeno chamado "fome oculta", descrito pela ingestão insuficiente de determinados micronutrientes na dieta (THOMPSON e AMOROSO, 2014).

Pesquisas recentes sugerem que a deficiência de micronutrientes pode contribuir para a deposição de gordura corporal e inflamação crônica, envolvendo mecanismos de regulação da secreção da leptina, uma adipocina associada a saciedade, e de secreção da insulina, hormônio anabólico (GARCÍA et al., 2009; GARCÍA et al., 2012; ZAVALA et al., 2012). Alguns estudos já demonstraram a redução da concentração sérica de zinco em crianças obesas (PERRONE et al., 1998; GIBSON et al., 2000; MARREIRO et al., 2002; SULIBURSKA et al., 2013; AZAB et al., 2014) e essa redução está associada a fatores de risco cardiometabólicos, como resistência à insulina, intolerância à glicose e dislipidemias (HASHEMIPOUR et al., 2009; KHADILKAR et al., 2012; ORTEGA et al., 2012; GARCÍA et al., 2012; AZAB et al., 2014).

Baixas concentrações séricas de zinco também estão associadas à inflamação, como o aumento dos marcadores de resposta de fase aguda e das células de defesa do sistema imunológico (HINKS et al., 1982; SINGH et al. 1991), diretamente ligadas ao perfil trombogênico, à resistência à insulina e às alterações cardiometabólicas (FARHANGI et al., 2013).

A constatação de que as doenças cardiovasculares podem ter sua origem na infância configura a necessidade de que esses fatores sejam amplamente investigados durante essa fase. Uma vez reconhecido o papel do zinco como importante regulador metabólico na patogênese da obesidade e fatores de risco associados, e tendo-se a infância como um estágio de vida privilegiado para a implementação e modificação dos hábitos alimentares, torna-se pertinente a realização de estudos que avaliem a ingestão e o estado nutricional deste micronutriente e sua associação com fatores cardiometabólicos na infância.

REFERÊNCIAS

AZAB, S.F.A.; SALEH, S.H.; ELSAEED, W.F.; ELSHAFIE, M.A.; SHERIEF, L.M.; ESH, A.M.H. Serum trace elements in obese Egyptian children: a case-control study. **Italian Journal of Pediatrics**, v.40, n.1, p.20, 2014.

BENOIST, B.; DARNTON-HILL, I.; DAVIDSSON, L.; FONTAINE, O.; HOTZ C. Assessment of marginal zinc status in humans. Food and Nutrition Bulletin. The United Nations University. **Journal of Nutrition**, v.28, n.3 supplement, p.1350S–1354S, 2007.

BROWN, K.H.; RIVERA, J.A.; BHUTTA, Z.; GIBSON, R.S.; KING, J.C. International Zinc Nutrition Consultative Group (IZiNCG) technical document #1. Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. **Food and Nutrition Bulletin**, v.25, p.S99–203, 2004.

COUSINS, R.J. **Zinc Present Knowledge in Nutrition**, 7ª edição, Press, 1996.

FARHANGI, M.A.; KESHAVARZ, S.A.; ESHRAGHIAN, M.; OSTADRAHIMI, A.; SABOOR-YARAGHI, A.A.S. White blood cell count in women: relation to inflammatory biomarkers, haematological profiles, visceral adiposity, and other cardiovascular risk factors. **J. Health Popul Nutr.**, v.31, n.1, p.58-64, 2013.

GARCIA, O.P.; RONQUILLO, D.; CAAMANO MDEL, C.; CAMACHO, M.; LONG, K.Z.; ROSADO, J.L. Zinc, vitamin A, and vitamin C status are associated with leptin concentrations and obesity in Mexican women: Results from a cross-sectional study. **Nutrition Metabolism**, v.9, p.59, 2012.

GARCIA, O.P.; LONG, K.Z.; ROSADO, J.L. Impact of micronutrient deficiencies on obesity. **Nutrition Reviews.**, v.67, p.559–572, 2009.

GIBSON, R.S.; SKEAFF, M.; WILLIAMS, S. Interrelationship of indices of body composition and zinc status in 11-yr-old New Zealand children. **Biological Trace Element Research**, v.75, n.1-3, p.65–77, 2000.

HASHEMIPOUR, M.; KELISHADI, R.; SHAPOURI, J.; SARRAFZADEGAN, N.; AMINI, M.; TAVAKOLI, N. et al. Effect of zinc supplementation on insulin resistance and components of the metabolic syndrome in prepubertal obese children. **Hormones**, v.8, n.4, p.279-285, 2009.

HINKS, L.J.; COLMSEE, M.; DELVES, H.T. Determination of zinc and copper in isolated leucocytes. **Analyst**, v.107, p.815-23,1982.

IZiNCG: resumo técnico. **Avaliando os níveis de zinco na população através da concentração de zinco no soro, 2007**. Disponível em: <http://micronutrient.org> .Acesso em 27 maio 2016.

IBGE. Pesquisa de Orçamentos Familiares (2008-2009) – **Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil**. Rio de Janeiro, 2011.

IBGE. Pesquisa de Orçamentos Familiares (2008-2009) – **Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil**. Rio de Janeiro, 2010.

KUMSSA, D.B; JOY, E.J.M; ANDER, L., WATTS, M.J.; YOUNG, S.D.; WALKER, S.; BROADLEY, M.R. Dietary calcium and zinc deficiency risks are decreasing but remain prevalent. **Scientific reports 5**, article number 10974, 2015.

KHADILKAR, A.V.; CHIPLONKAR, S.A.; PANDIT, D.S.; KINARE, A.S.; KHADILKAR, V. V. Metabolic Risk Factors and Arterial Stiffness in Indian Children of Parents with Metabolic Syndrome. **The Journal of the American College of Nutrition**, v.31, n.1, p.54–62, 2012.

LEÃO L.S.C.S.; GOMES, M.C.R. **Manual de nutrição clínica: para atendimento ambulatorial do adulto**. 8ª edição. Editora Vozes, 2008.

MARREIRO, D.D.N.; FISBERG, M.; COZZOLINO, S.M.F. Zinc nutritional status in obese children and adolescents. **Biological Trace Element Research**, v.86, n.2, p.107–122, 2002.

ORTEGA, R.M.; RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, E.; APARICIO, A.; JIMÉNEZ, A.I.; LÓPEZ-SOBALER, A.M.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, L.G. et al. Poor zinc status is associated with increased risk of insulin resistance in Spanish children. **British Journal of Nutrition**, v.107, n.3, p.398–404, 2012.

PERRONE, L. et al. Zinc, copper, and iron in obese children and adolescents. **Nutrition Research**, v.18, n.2, p.183–189, 1998.

SILVA-SANTANA, S.C.; DINIZ, A.S.; LÓLA, M.M.F.; OLIVEIRA, R.S.; SILVA, S.M.M.; OLIVEIRA, S.F. et al. Parameters of evaluation of zinc nutritional status: comparison between zinc hair rates and serum alkaline phosphatase in pre-scholars of the Municipality of João Pessoa, Paraíba. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, v.2, n.3, p.275-282, 2002.

SINGH, A.; SMOAK, B.L.; PATTERSON, K.Y.; LEMAY, L.G.; VEILLON, C.; DEUSTER, P.A. Biochemical indices of selected trace minerals in men: effect of stress. **Am J Clin Nutr.**, v.53, p.126–31, 1991.

SULIBURSKA, J.; COFTA, S.; GAJEWSKA, E.; KALMUS, G.; SOBIESKA, M.; SAMBORSKI, W. et al. The evaluation of selected serum mineral concentrations and their association with insulin resistance in obese adolescents. **European Review for Medical and Pharmacological Sciences**, v.17, n.17, p.2396–400, 2013.

SZCZUREK, E.I.; BJORNSSON, C.S.; TAYLOR, C.G. Dietary zinc deficiency and repletion modulate metallothionein immunolocalization and concentration in small intestine and liver of rats. **Journal of Nutrition**, v.131 n.8, p. 2132–8, 2001.

THE WORLD HEALTH REPORT 2001: **Reducing risks, promoting healthy life**. Geneva, World Health Organization, 2001.

THOMPSON; L. AMOROSO. **Improving diets and nutrition: food-based approaches**. Rome, FAO and Wallingford, UK, CABI, 2014.

VALLEE, B.L.; FALCHUK, K.H. The biochemical basis of zinc physiology. **Physiological Reviews**,v.73, p.79–118, 1993.

WEFFORT, V.R.S. "Alimentação na infância: carências e excessos". **Pediatria Moderna**, v.50, n.6, p.243-253, 2014.

WHO/WFP/WHO. **Preventing and controlling micronutrients deficiencies in populations affected by an emergency**. Geneva, World Health Organization, 2007.

ZAVALA, G.; LONG, K.Z.; GARCIA, O.P.; CAAMANO, M.D.; AGUILAR, T.; SALGADO, L.M.; ROSADO, J.L. Specific micronutrient concentrations are associated with inflammatory cytokines in a rural population of Mexican women with a high prevalence of obesity. **British Journal of Nutrition**, in press, 2012.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura será apresentada na forma de um artigo de revisão sistemática:

- ✓ Relação entre a deficiência de zinco e alterações cardiometabólicas em crianças e adolescentes: uma revisão sistemática.

**2.1 Artigo de revisão: RELAÇÃO ENTRE A DEFICIÊNCIA DE ZINCO E
ALTERAÇÕES CARDIOMETABÓLICAS EM CRIANÇAS E
ADOLESCENTES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Artigo submetido à revista Panamericana de Saúde Pública (*Qualis* B2 para nutrição)

Fernanda Martins de Albuquerque¹

Mariana De Santis Filgueiras²

Juliana Farias de Novaes³

¹Estudante de Mestrado em Ciência da Nutrição, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil

²Estudante de Mestrado em Ciência da Nutrição, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil

³Professora do Departamento de Nutrição e Saúde da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

Artigo de revisão elaborado durante a disciplina de Necessidades e Recomendações Nutricionais oferecida pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição da Universidade Federal de Viçosa.

RESUMO

O estudo tem como objetivo investigar a associação da deficiência de zinco com a obesidade e alterações cardiometabólicas em crianças e adolescentes. Realizou-se uma revisão sistemática da literatura, nas bases de dados LILACS, Science Direct e PubMed e no portal de Periódicos Capes. As publicações foram pré-selecionadas pelos títulos e resumos, relacionando a concentração bioquímica de zinco à obesidade e/ou alterações cardiometabólicas como resistência à insulina e dislipidemia. A qualidade dos estudos foi avaliada pelo instrumento de Downs & Black. Foram selecionados onze estudos, sendo cinco transversais e seis caso-controle. Crianças e adolescentes obesos apresentaram menores concentrações de zinco plasmático e a deficiência de zinco esteve associada a fatores de risco cardiometabólicos, como resistência à insulina, hipercolesterolemia e alterações nas concentrações de LDL-c e triglicérides. Os resultados sugerem o papel do zinco na patogênese da resistência a insulina e perfil lipídico em crianças e adolescentes, o que reforça que a adequação dietética desse micronutriente auxilia na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis na vida adulta.

PALAVRAS-CHAVE: zinco; criança; adolescente; obesidade; dislipidemias.

INTRODUÇÃO

O zinco é um mineral que participa de processos fisiológicos, regulando função imune, antioxidante, de crescimento e desenvolvimento celular e tecidual sendo cofator e componente estrutural e/ou funcional de enzimas, como metaloenzimas e metaloproteínas⁽¹⁾.

Muitas de suas funções têm sido elucidadas em estudos realizados com humanos, mostrando o zinco atuando como antioxidante⁽²⁾ e desempenhando papel na resistência à insulina⁽³⁾. Em células animais foi demonstrado também o papel do zinco em reduzir o risco de aterosclerose⁽⁴⁾.

A deficiência de zinco atinge diferentes grupos populacionais, tais como crianças, idosos, gestantes e vegetarianos⁽⁵⁾.

Embora pouca informação sobre a prevalência da deficiência de zinco esteja disponível, esta é considerada um problema nutricional mundial, uma vez que afeta igualmente grupos populacionais tanto em países desenvolvidos quanto em países em desenvolvimento⁽⁶⁾.

A deficiência deste mineral afeta cerca de um 1,1 bilhão de pessoas em todo o mundo e o Brasil é considerado um país com baixo risco para a deficiência de zinco⁽⁷⁾. Nos Estados Unidos e países latino-americanos, a ingestão média de zinco varia entre 50% a 80% da recomendação diária, independente da idade, raça e gênero⁽⁶⁾.

Não há pesquisas que demonstrem dados a nível nacional referentes à deficiência de zinco na população infantil, porém estudos locais mostram que há uma prevalência de 11,2% de deficiência de zinco em crianças da região Sudeste⁽⁸⁾ e de 13,8% em crianças da região Nordeste⁽⁹⁾. No estado da Paraíba, 15% de crianças apresentaram valores de zinco sérico abaixo do limite inferior do padrão de referência⁽¹⁰⁾.

Um estado nutricional de zinco adequado na infância é fundamental para a função de diversas enzimas envolvidas no crescimento e desenvolvimento, relacionadas à força estrutural óssea, regulação da função genética e estabilidade de membranas celulares^(11,12). Além disso, a infância é uma fase vulnerável à deficiência de zinco por ser um período de rápido crescimento, o que aumenta sua demanda pelo organismo, nem sempre alcançada pelo consumo dietético^(13,14).

O consumo de dietas inadequadas também durante a adolescência pode retardar potencialmente o crescimento e a maturação sexual⁽¹⁵⁾. O zinco como cofator de muitas enzimas, controla o desenvolvimento gonadal, além de exercer outras funções de crescimento e os adolescentes apresentam maiores necessidades de zinco por quilo de peso em relação aos adultos⁽¹⁶⁾.

Ao mesmo tempo em que enfrentamos a desnutrição e a deficiência de micronutrientes, uma crescente epidemia de obesidade ocorre no mundo, caracterizando a transição nutricional⁽¹⁷⁾. O excesso do consumo energético leva a alterações cardiometabólicas como a elevada deposição de gordura corporal, a qual desencadeia no aumento do estresse oxidativo e na inflamação crônica de indivíduos obesos⁽¹⁸⁾.

Estudos sobre deficiência de zinco e sua relação com obesidade e alterações cardiometabólicas em crianças e adolescentes são escassos, no entanto alguns autores sugerem que baixas concentrações estão associadas à obesidade⁽²⁰⁻²¹⁾. Diante do papel do zinco como regulador metabólico, é importante mensurar seu estado nutricional em crianças e adolescentes, pois sua deficiência pode desempenhar importante papel na patogênese da obesidade e fatores de risco metabólicos associados⁽²²⁾.

Com base nesses fatores, o presente estudo tem como objetivo apresentar uma análise de estudos, investigando a associação da deficiência de zinco com a obesidade e alterações cardiometabólicas em crianças e adolescentes.

METODOLOGIA

Estratégia de busca

Foi realizada uma revisão sistemática de estudos que analisaram a associação entre as concentrações de zinco com obesidade e alterações cardiometabólicas em crianças e adolescentes.

Foram consultadas as bases de dados PubMed (National Library of Medicine, Bethesda, MD), LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde), Science Direct e o portal de Periódicos CAPES, incluindo artigos publicados no período de 2004 a 2014, nos idiomas inglês, português e espanhol.

A busca nas bases LILACS e no portal de Periódicos CAPES consistiu na seguinte estratégia: todos os artigos contendo os descritores (zinc OR zinc deficiency)

AND child AND adolescente AND obesity, e suas respectivas traduções para o português. No PubMed, foram utilizados os mesmos descritores, ativando filtros para estudos com Humanos. Para a busca no Science Direct, foram ativados os filtros “BMI”, “nutritional status”, “trace element”, “child”, “adolescent”, “body composition”, “insulin resistance” e “obesity”, além da utilização dos mesmos descritores citados acima.

Crítérios de seleção

A identificação e a seleção dos artigos foram realizadas por dois pesquisadores de forma independente, que fizeram a seleção inicial por título dos artigos localizados nas bases de dados e, posteriormente, dos resumos.

Ao contabilizar os estudos identificados, foi verificada a duplicação dos mesmos em diferentes bases de dados, sendo cada artigo contabilizado apenas uma vez. As referências dos estudos foram utilizadas para localizar outros artigos não encontrados nas bases de dados.

A partir dos estudos identificados, foram selecionados aqueles que pelo título e resumo preenchessem os critérios de inclusão (Tabela 1).

A princípio, foram identificados 170 artigos, e após análise por título e resumos, e leitura na íntegra, 10 foram incluídos por preencherem adequadamente os critérios de inclusão. Ao utilizar as listas de referências bibliográficas dos artigos incluídos, um artigo foi identificado com os critérios pré-estabelecidos (Tabela 2).

Avaliação de qualidade metodológica

A qualidade metodológica de cada artigo foi avaliada com base nos critérios de Downs & Black pelo *Checklist for Measuring Quality*⁽²³⁾, o qual contém 27 questões, divididas em quatro grupos: apresentação (avalia itens como clareza na descrição dos objetivos, variáveis de confusão, valores reais de P relatados nos resultados); validade externa (relacionada à extrapolação dos dados à população donde a amostra foi planejada); validade interna (análise de vieses, confiabilidade das medidas de exposição e desfecho, e ajuste de variáveis de confusão); e poder do estudo.

Neste estudo, as perguntas 4, 8, 12 a 15, 19, 23, 24 e 27 foram retiradas, porque se referiam a estudos do tipo ensaio clínico, deste modo foram avaliados ao final 17 itens, com, no máximo, 18 pontos. As questões da escala possibilitam, de maneira objetiva, avaliar se o artigo em análise atende ou não ao que se pergunta. Para cada questão, o

escore zero é atribuído caso o artigo não atenda ao que se está avaliando, e o escore um (1) caso ele atenda. Somente a questão 5 atribui o escore 2, caso a pergunta em questão seja atendida pelo artigo. Tais critérios foram utilizados por outros autores em artigos de revisão nacional^(24,25).

Caracterização dos estudos

Para caracterização dos artigos, foram coletadas as seguintes informações: autor principal, ano de publicação e país de realização do estudo; tipo de estudo; participantes, suas características e tamanho da amostra; biomarcador de concentração de zinco; média de zinco sérico e/ou plasmático; principais resultados e escore de qualidade.

RESULTADOS

Foram incluídos 11 estudos, sendo 5 transversais e 6 de caso-controle (Tabela 3).

Os estudos do tipo transversal foram realizados no Brasil⁽⁸⁾, Chile⁽²⁶⁾, Índia⁽²⁷⁾, México⁽²⁸⁾ e Espanha⁽²⁹⁾. No Brasil⁽⁸⁾ não foi encontrada associação ($p=0,41$) entre concentração sérica de zinco e baixa estatura em crianças. No estudo chileno⁽²⁶⁾ realizado com crianças diagnosticadas com sobrepeso/obesidade em um centro de tratamento, também não foram encontradas associações entre concentrações plasmáticas marginais ou adequadas de zinco com composição corporal, índice de massa corporal (IMC), peso/estatura e perímetro da cintura.

Um estudo realizado na Índia⁽²⁷⁾ apresentou que o zinco sérico foi um preditor independente para espessura da camada íntima média, um parâmetro de risco aterosclerótico ($p<0,05$).

No México⁽²⁸⁾, crianças com deficiência de zinco apresentaram um aumento de 0,23 $\mu\text{IU/mL}$ da concentração de insulina ($p=0,027$) e 0,23 no índice HOMA ($p=0,032$). Além disso foi observada correlação positiva entre concentrações de zinco e de colesterol total ($r=0,224$), HDL-c (*high density lipoprotein*) ($r=0,166$) e LDL-c (*low density lipoprotein*) ($r=0,208$) ($p<0,05$) em crianças.

O estudo realizado na Espanha⁽²⁹⁾ encontrou que crianças e adolescentes com deficiência de zinco têm menor glicemia ($p<0,001$), maior concentração de insulina ($p<0,01$) e índice HOMA ($p<0,05$). Foi encontrada correlação inversa entre índice

HOMA e zinco sérico ($r=-0,149$; $p<0,05$) e a chance de ter resistência à insulina diminuiu com o aumento da concentração de zinco sérico (OR=0,908; IC 95% 0,835-0,987; $p<0,001$).

Estudos do tipo caso-controle foram realizados no Egito⁽³⁰⁾, Brasil⁽³¹⁾, França⁽³²⁾, Polônia⁽³³⁾ e dois deles na Turquia^(34,35). No Egito⁽³⁰⁾, em crianças atendidas em clínicas especializadas no tratamento da obesidade, o zinco sérico foi menor entre os obesos ($p<0,01$), além disso, uma correlação negativa foi encontrada entre níveis séricos de zinco com leptina ($r=-0,746$; $p<0,01$) e colesterol total ($r=-0,454$; $p<0,05$) em crianças obesas. Uma correlação positiva foi encontrada entre níveis séricos de zinco e HDL-c ($r=0,608$; $p<0,01$) nestas crianças.

Na Polônia⁽³³⁾, o zinco sérico foi menor entre os adolescentes obesos ($p<0,001$), além disso foi encontrada uma correlação inversa entre a concentração sérica de zinco e concentração sérica de insulina ($r=-0,52$; $p<0,001$) e índice HOMA ($r=-0,5$; $p<0,001$).

Na Turquia, um dos estudos⁽³⁴⁾ não encontrou associação entre concentrações de zinco sérico e obesidade, resultado que pode estar relacionado à amostra reduzida do estudo. Porém outro estudo realizado no mesmo país⁽³⁵⁾ encontrou que a concentração sérica de zinco foi menor entre as crianças e adolescentes obesos ($p<0,05$).

No Brasil⁽³¹⁾, as crianças e adolescentes obesos apresentaram menores concentrações de zinco plasmático ($p<0,001$) e zinco eritrocitário ($p<0,00$) e maior excreção urinária de zinco ($p=0,009$). Por fim, na França⁽³²⁾ não foram verificadas diferenças na concentração plasmática de zinco entre os grupos.

Em relação à qualidade metodológica das publicações selecionadas com base nos critérios de Downs & Black, a pontuação alcançada foi de no mínimo 7 e no máximo 12.

DISCUSSÃO

A maioria dos estudos encontrados mostram que a deficiência de zinco em crianças e adolescentes está associada a obesidade e fatores de risco cardiometabólicos, como resistência à insulina e dislipidemias.

Entretanto, dois estudos não encontraram associação entre deficiência de zinco e medidas antropométricas em crianças^(8,26). A falta de associação observada deve-se ao

fato de que tanto as amostras avaliadas foram homogêneas em relação ao estado nutricional quanto pelo baixo percentual de crianças em risco de deficiência de zinco.

O possível mecanismo que envolve a deficiência de zinco com a obesidade pode ser explicado pelo efeito da zinco- α -2 glicoproteína (ZAG), uma adipocina envolvida na lipólise dos adipócitos e desregulada na obesidade⁽³⁶⁾. A ZAG uma vez reduzida também pode estar associada ao aumento da resistência a insulina⁽³⁷⁾.

Nesta revisão, os estudos que avaliaram a relação entre as concentrações de zinco e a resistência a insulina encontraram associação entre estes parâmetros. Pesquisas iniciais mostraram que o zinco participa na cristalização da insulina⁽³⁸⁾, além de demonstrarem, *in vitro*, que formam um complexo que influenciaria na solubilidade e armazenamento da insulina nos grânulos das células β do pâncreas⁽³⁹⁾. Em adultos com diabetes, o zinco parece auxiliar na transdução de sinal da insulina e reduzir a produção de citocinas originadas do processo inflamatório das células β ⁽⁴⁰⁾. Sabe-se que o zinco estimula a atividade do receptor de insulina tirosina quinase e aumenta a translocação dos transportadores de glicose de seus sítios intracelulares para a membrana plasmática através de estímulo pós-receptor^(41,42).

A relação causa e efeito da deficiência de zinco com as alterações cardiometabólicas ainda não está esclarecida. No entanto, pesquisas que suplementaram zinco em crianças com síndrome metabólica^(43,44) observaram redução significativa de LDL-c oxidada, leptina, marcadores de resistência à insulina, peso, IMC e escore-Z de IMC, demonstrando que a deficiência de zinco pode criar uma predisposição para intolerância à glicose e resistência à insulina. Resultados como esses evidenciam a importância do zinco no metabolismo, necessitando de mais estudos para confirmar seus efeitos, avaliar dose e segurança da sua suplementação no uso preventivo e terapêutico de alterações cardiometabólicas.

Estudos longitudinais relacionados ao tema são escassos, o que dificulta o entendimento da relação de causalidade entre a deficiência de zinco e a obesidade em crianças e adolescentes. Ao avaliar a qualidade metodológica dos estudos selecionados, observamos que a maioria não descreveu como foram controlados os vieses de seleção e fatores de confusão. Tais informações são imprescindíveis para a extrapolação dos

resultados, indicando a necessidade de estudos que estabeleçam adequadamente estes critérios.

A comparação dos resultados dos artigos incluídos nesta revisão foi dificultada, uma vez que foram utilizados diferentes marcadores bioquímicos das concentrações de zinco (plasmático, sérico, eritrocitário e urinário) pelos estudos. Não há um indicador suficientemente sensível e específico para diagnosticar a deficiência de zinco e os pontos de corte utilizados pelos estudiosos são variáveis, o que torna sua avaliação complexa⁽⁴⁵⁾. Sabe-se que o zinco sérico é o indicador mais utilizado em estudos epidemiológicos, pois reflete o consumo dietético de zinco, responde consistentemente à suplementação deste mineral e estão disponíveis os dados de referência apropriados para idade, sexo, hora do dia e tempo decorrido desde a última refeição⁽⁴⁶⁾.

Este estudo permite concluir que a associação entre as concentrações bioquímicas de zinco, obesidade e alterações cardiometabólicas em crianças e adolescentes ainda é controversa. Apesar da escassez de estudos com crianças e adolescentes brasileiros, foram identificados resultados em outros países que demonstraram a associação da deficiência de zinco com a resistência à insulina e com o perfil lipídico alterado nessa faixa etária, sugerindo a importância metabólica desse micronutriente para a prevenção de doenças crônicas não transmissíveis na vida adulta.

São necessários mais estudos que padronizem o indicador de concentração bioquímica de zinco, que controlem os vieses e fatores de confusão, bem como ensaios clínicos randomizados e estudos longitudinais para estabelecer a causalidade entre deficiência de zinco, obesidade e alterações cardiometabólicas em crianças e adolescentes.

REFERÊNCIAS

1. Szczurek EI, Bjornsson CS, Taylor CG. Dietary zinc deficiency and repletion modulate metallothionein immunolocalization and concentration in small intestine and liver of rats. *J Nutr.* 2001; 131(8): 2132–8.
2. Gaziano JM, Manson JE, Branch LG, Colditz GA, Willett WC, Buring JE. A prospective study of consumption of carotenoids in fruits and vegetables and decreased cardiovascular mortality in the elderly. *Ann Epidemiol.* 1995; 5(4): 255–60.
3. Chen MD, Lin PY, Sheu WH. Zinc status in plasma of obese individuals during glucose administration. *Biol Trace Elem Res.* 1997; 60(1-2): 123–9.

4. Meerarani P, Reiterer G, Toborek M, Hennig B. Zinc modulates PPARgamma signaling and activation of porcine endothelial cells. *J Nutr.* 2003;133(10): 3058–64.
5. Biesalski HK, Brummer R-J, König J, O'Connell M a, Ovesen L, Rechkemmer G, et al. Micronutrient deficiencies. Hohenheim Consensus Conference. *Eur J Nutr.* 2003;42(6):353–63.
6. Salgueiro MJ, Zubillaga M, Lysionek A, Sarabia MI, Caro R, De Paoli T, et al. Zinc as an essential micronutrient: A review. *Nutr Res.* 2000; 20(5): 737–55.
7. Kumssa DB, Joy EJM, Ander L, Watts MJ, Young SD, Walker S, Broadley MR. Dietary calcium and zinc deficiency risks are decreasing but remain prevalent. *Scientific reports,* 2015, **5**, article number 10974.
8. Beinner MA, Menezes MÂ de BC, Silva JBB da, Amorim FR de, Jansen AK, Lamounier JA. Plasma zinc and hair zinc levels, anthropometric status and food intake of children in a rural area of Brazil. *Rev Nutr.* 2010;23(1):75–83.
9. Pedraza DF, Rocha ACD, Sousa CP da C. Crescimento e deficiências de micronutrientes: perfil das crianças assistidas no núcleo de creches do governo da Paraíba, Brasil. *Cien Saude Colet.* 2013;18(11):3379–90.
10. Pedraza DF, Queiroz D, Paiva AA, Cunha MAL, Lima ZN. Seguridad alimentaria, crecimiento y niveles de vitamina A, hemoglobina y zinc en niños preescolares del nordeste de Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva,* 2014, 19(2):641-650.
11. Cousins RJ, Blanchard RK, Moore JB, Cui L, Green CL, Liuzzi JP, et al. Regulation of zinc metabolism and genomic outcomes. *J Nutr.* 2003;133(5 Suppl 1): 1521S–6S.
12. Tapiero H, Tew KD. Trace elements in human physiology and pathology: zinc and metallothioneins. *Biomed Pharmacother.* 2003; 57(9): 399–411.
13. Gibson RS. Zinc: the missing link in combating micronutrient malnutrition in developing countries. *Proc Nutr Soc.* 2007; 65(01): 51–60.
14. Junior J, Dean S, Mayo-Wilson E, Imdad A, Bhutta Z. Zinc supplementation for preventing mortality and morbidity, and promoting growth, in children aged 6 months to 12 years of age (protocol). *Cochrane Libr.* 2011;(10).
15. Eisenstein E. Nutrition y salud en la adolescencia. La salud del adolescente y del joven. *Publicación científica.* 1995; (552):144-54.
16. Smit Vanderkooy PD, Gibson RS. Food consumption patterns of Canadian preschool children in relation to zinc and growth status. *Am J Clin Nutr.* 1987; 45(3): 609–16.
17. Wang Y, Lobstein T. Worldwide trends in childhood overweight and obesity. *Int J Pediatr Obes.* 2006; 1(1):11–25.
18. Lifshitz F. Obesity in children. *J Clin Res Pediatr Endocrinol.* 2008;1(2): 53–60.
19. Gibson RS, Skeaff M, Williams S. Interrelationship of indices of body composition and zinc status in 11-yr-old New Zealand children. *Biol Trace Elem Res.* 2000;75(1-3):65–77.
20. Marreiro DDN, Fisberg M, Cozzolino SMF. Zinc nutritional status in obese children and adolescents. *Biol Trace Elem Res.* 2002;86(2):107–22.
21. Perrone L, Gialanella G, Moro R, Feng SL, Boccia E, Palombo G, et al. Zinc, copper, and iron in obese children and adolescents. *Nutr Res.* 1998; 18(2): 183–9.
22. Wintergerst ES, Maggini S, Hornig DH. Contribution of selected vitamins and trace elements to immune function. *Ann Nutr Metab.* 2007; 51(4): 301–23.

23. Downs SH, Black N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *J Epidemiol Community Heal.* 1998;52(6):377–84.
24. Thiengo DL, Santos JFC, Mason VC, Abelha L, Lovisi GM. Associação entre apoio social e depressão durante a gestação: uma revisão sistemática. *Cad Saude Colet.* 2001; 19(2): 129-38.
25. Rossi CE, Vasconcelos F de AG de. Peso ao nascer e obesidade em crianças e adolescentes: uma revisão sistemática. *Rev Bras Epidemiol.* 2010; 13(2): 246–58.
26. Weisstaub G, Hertrampf E, López de Romaña D, Salazar G, Bugueño C, Castillo-Duran C. Plasma zinc concentration, body composition and physical activity in obese preschool children. *Biol Trace Elem Res.* 2007; 118(2): 167–74.
27. Khadilkar AV, Chiplonkar SA, Pandit DS, Kinare AS, Khadilkar V V. Metabolic Risk Factors and Arterial Stiffness in Indian Children of Parents with Metabolic Syndrome. *J Am Coll Nutr.* 2012;31(1):54–62.
28. García OP, Ronquillo D, del Carmen Caamaño M, Martínez G, Camacho M, López V, et al. Zinc, iron and vitamins A, C and e are associated with obesity, inflammation, lipid profile and insulin resistance in Mexican school-aged children. *Nutrients.* 2013;5(12):5012–30.
29. Ortega RM, Rodríguez-Rodríguez E, Aparicio A, Jiménez a I, López-Sobaler a M, González-Rodríguez LG, et al. Poor zinc status is associated with increased risk of insulin resistance in Spanish children. *Br J Nutr.* 2012; 107(3): 398–404.
30. Azab SFA, Saleh SH, Elsaed WF, Elshafie MA, Sherief LM, Esh AMH. Serum trace elements in obese Egyptian children: a case-control study. *Ital J Pediatr. Italian Journal of Pediatrics;* 2014; 40(1): 20.
31. Marreiro DDN, Fisberg M, Cozzolino SMF. Zinc nutritional status and its relationships with hyperinsulinemia in obese children and adolescents. *Biol Trace Elem Res.* 2004; 100(2): 137–49.
32. Bouglé DL, Bureau F, Laroche D. Trace element status in obese children: Relationship with metabolic risk factors. *E Spen Eur E J Clin Nutr Metab.* 2009;4(2):e98–e100.
33. Suliburska J, Cofta S, Gajewska E, Kalmus G, Sobieska M, Samborski W, et al. The evaluation of selected serum mineral concentrations and their association with insulin resistance in obese adolescents. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2013; 17(17): 2396–400.
34. Tascilar ME, Ozgen IT, Abaci A, Serdar M, Aykut O. Trace elements in obese Turkish children. *Biol Trace Elem Res.* 2011; 143(1): 188–95.
35. Cayir Y, Cayir A, Turan MI, Kurt N, Kara M, Laloglu E, et al. Antioxidant status in blood of obese children: the relation between trace elements, paraoxonase, and arylesterase values. *Biol Trace Elem Res.* 2014; 160(2): 155–60.
36. Mracek T, Ding Q, Tzanavari T, Kos K, Pinkney J, Wilding J, et al. The adipokine zinc-alpha2-glycoprotein (ZAG) is downregulated with fat mass expansion in obesity. *Clin Endocrinol (Oxf).* 2010; 72(3): 334–41.
37. Yang M, Liu R, Li S, Luo Y, Zhang Y, Zhang L, et al. Zinc- α 2-glycoprotein is associated with insulin resistance in humans and is regulated by hyperglycemia, hyperinsulinemia, or liraglutide administration: cross-sectional and interventional studies in normal subjects, insulin-resistant subjects, and subject. *Diabetes Care.* 2013;36(5):1074–82.
38. Scott DA. Crystalline insulin. *Biochem J.* 1934; 28(4): 1592–602.

39. Maske H. Interaction between insulin and zinc in the islets of Langerhans. *Diabetes*. 1957; 6(4): 335–41.
40. Jansen J, Karges W, Rink L. Zinc and diabetes--clinical links and molecular mechanisms. *J Nutr Biochem*. 2009; 20(6): 399–417.
41. Coulston L, Dandona P. Insulin-like effect of zinc on adipocytes. *Diabetes*. 1980; 29(August): 665–7.
42. Ezaki O. Iib group metal ions (Zn²⁺, Cd²⁺, Hg²⁺) stimulate glucose transport activity by post-insulin receptor kinase mechanism in rat adipocytes. *J Biol Chem*. 1989; 264(27): 16118–22.
43. Hashemipour M, Kelishadi R, Shapouri J, Sarrafzadegan N, Amini M, Tavakoli N, et al. Effect of zinc supplementation on insulin resistance and components of the metabolic syndrome in prepubertal obese children. *Hormones (Athens)*. 2009; 8(4): 279–85.
44. Kelishadi R, Hashemipour M, Adeli K, Tavakoli N, Movahedian-Attar A, Shapouri J, et al. Effect of zinc supplementation on markers of insulin resistance, oxidative stress, and inflammation among prepubescent children with metabolic syndrome. *Metab Syndr Relat Disord*. 2010;8(6): 505–10.
45. Duarte ACG. Avaliação nutricional: aspectos clínicos e laboratoriais. São Paulo: Atheneu; 2007.
46. Benoist B, Darnton-Hill I, Davidsson L, Fontaine O, Hotz C. Conclusions of the Joint WHO/UNICEF/ IAEA/IZiNCG: Interagency Meeting on Zinc Status Indicators. *Food Nutr Bull*. 2007; 28(Suppl):S480-4.

Tabela 1. Critérios de inclusão e de não inclusão de artigos para revisão sistemática.

Parâmetros	Critérios de Inclusão	Critérios de não inclusão
Tipos de estudos	Estudos observacionais relacionados à concentração bioquímica de zinco associada à obesidade e/ou alterações cardiometabólicas Estudos com humanos	Estudos não relacionados ao tema Estudos de intervenção Estudos com animais Artigos de revisão Livros, teses e dissertações.
Participantes	Crianças e adolescentes	Adultos, idosos e gestantes Crianças com doenças que podem afetar o crescimento (Ex: distúrbios da tireoide, lúpus sistêmico, etc)
Exposição	Ao menos um dos seguintes indicadores bioquímicos: zinco sérico, zinco plasmático e zinco eritrocitário.	Estudos de avaliação do consumo que não avaliassem os marcadores bioquímicos de zinco Ensaio clínico com suplementação de zinco Estudos de avaliação de fortificação de alimentos com zinco
Desfecho	Excesso de peso e de adiposidade corporal. Indicadores bioquímicos de alterações cardiometabólicas	Não avaliação dos desfechos descritos.

Tabela 2. Critérios de inclusão dos estudos na revisão sistemática.

Étapas	Critérios de inclusão e não inclusão	Número de artigos
1	Artigos identificados (base de dados)	
	PubMed	58
	LILACS	11
	Science Direct	74
	Periódicos CAPES	33
	Estudos repetidos	6
	Total de estudos identificados	170
2	Documentos e artigos não incluídos (título, resumo e íntegra)	
	Estudos não relacionados ao tema	96
	Idade inapropriada	14
	Estudos com animais	4
	Artigo de revisão	14
	Crianças com outras doenças	15
	Avaliação de consumo de zinco	11
	Avaliação de suplementação/fortificação	4
	Não associa com obesidade/alterações cardiometabólicas	2
	Total de estudos não incluídos	160
3	Estudos selecionados (título e resumo)	15
4	Estudos incluídos (íntegra)	10
5	Estudos incluídos segundo listas de referências	1
6	Total de estudos incluídos	11

Tabela 3. Levantamento de estudos observacionais realizados para investigar as concentrações de zinco e a associação com indicadores antropométricos, de composição corporal e cardiometabólicos.

Autor principal ano, país	Tipo de estudo	Participantes	Biomarcador de zinco (unidade)	Valores de zinco plasmático/sérico	Principais resultados
Marreiro, 2004, Brasil ⁽³¹⁾	Estudo de caso controle	Crianças e adolescentes (23 obesos e 21 eutróficos) do sexo masc/fem, com idade entre 7-14 anos	Zinco plasmático (µmol/L) Zinco eritrocitário (µmol/L) Zinco eritrocitário (µg Zn/g Hb) Zinco urinário (µg Zn/24h)	Casos: 12,59±2,7 µmol/L 149,9±21,4 µmol/L 29,8±4,6 µg Zn/g Hb Controles: 14±1,7 µmol/L 198,9±26 µmol/L 39,4±3,7 µg Zn/g Zinco urinário: Casos: 518,3±181,2 µg Zn/24h Controles: 376±155,2 µg Zn/24h	Os obesos têm menores concentrações de zinco plasmático (p<0,001) e eritrocitário (p<0,001) e maior excreção urinária de zinco (p=0,009).
Weisstaub, 2007, Chile ⁽²⁶⁾	Estudo transversal	Crianças obesas (n=72) do sexo fem/masc com idade de 18-36 meses	Zinco plasmático (µmol/L)	14±1,8	Não foram encontradas associações entre composição corporal, índice de massa corporal (IMC), peso/estatura e perímetro da cintura com concentrações plasmáticas marginais ou adequadas de zinco.

Tabela 3. Continuação

Autor principal, ano, país	Tipo de estudo	Participantes	Biomarcador de zinco (unidade)	Valores de zinco plasmático/sérico	Principais resultados
Blouglé, 2009, França ⁽³²⁾	Estudo de caso controle	Crianças e adolescentes (209 com sobrepeso/obesidade e 33 eutróficos) do sexo masc/fem com idade de 2-17 anos	Zinco plasmático (µmol/L)	Controle: 16,6±2,4 IMC escore Z 2: 4:14,5±2,4 IMC escore Z 4: 6:14,8±2,9 IMC escore Z 6: 8:14,8±3,2	Não foram observadas diferenças ($p \geq 0,05$) na concentração plasmática de zinco entre os grupos de IMC.
Beinner, 2010, Brasil ⁽⁸⁾	Estudo transversal	Crianças (n=312) do sexo fem/masc com idade de 6-24 meses	Zinco plasmático (µmol/L)	15,9±4,4	Não houve correlação ($p=0,41$) entre medidas antropométricas e concentração sérica de zinco.
Khadiikar, 2011, Índia ⁽²⁷⁾	Estudo transversal	Crianças e adolescentes (140 com sobrepeso/obesidade e 60 eutróficas) do sexo fem/masc com idade média de 11,4±2,8 anos	Zinco sérico (µmol/L)	Peso normal: 14,5±0,8 Obesos: 12,9±0,5	O zinco sérico foi um preditor independente da camada íntima média das crianças (OR:2,46; IC95%: 0,92-6,6).

Tabela 3. Continuação

Autor principal, ano, país	Tipo de estudo	Participantes	Biomarcador de zinco (unidade)	Valores de zinco plasmático/sérico	Principais resultados
Tascilar, 2011, Turquia ⁽³⁴⁾	Estudo de caso controle	Crianças e adolescentes (34 obesos e 33 eutróficos) do sexo fem/masc com idade média de 10,59±2,90 anos	Zinco sérico (µmol/L)	Obeso: 10,3±2,8 Controle: 11,4±2,8	Não foram encontradas diferenças entre as concentrações séricas de zinco (p=0,186) nos grupos.
Ortega, 2012 Espanha ⁽²⁹⁾	Estudo transversal	Crianças e adolescentes (n=357) do sexo masc/fem com idade de 8-13 anos	Zinco sérico (µmol/L)	15,55±3,57	Crianças com deficiência de zinco têm menor glicemia (p<0,001) e maior concentração de insulina (p<0,01) e índice HOMA (p<0,05); Foi encontrada correlação inversa entre índice HOMA e zinco sérico (r -0,149; p<0,05). A chance de ter resistência à insulina diminuiu com o aumento da concentração de zinco sérico (OR=0,908; IC 95%: 0,835-0,987; p<0,001).

Tabela 3. Continuação

Autor principal, ano, país	Tipo de estudo	Participantes	Biomarcador de zinco (unidade)	Valores de zinco plasmático/sérico	Principais resultados
García, 2013, México ⁽²⁸⁾	Estudo transversal	Crianças (n=197) do sexo fem/masc com idade de 6–10,5 anos	Zinco sérico (µmol/L)	11,4±2	Alta prevalência da deficiência de zinco (24,9%); Crianças obesas com baixas concentrações séricas de zinco têm maior concentração de insulina (p=0,027) e maior resistência a insulina (p=0,032) comparadas com crianças de peso normal e com baixos níveis desse nutriente; Alto índice HOMA foi observado em crianças obesas com deficiência de zinco em relação àquelas sem deficiência (p=0,045); Houve correlação positiva entre concentrações de zinco em crianças e altas concentrações de colesterol total (r=0,224), HDL-c (r=0,0166) e LDL (r=0,208) (p<0,05).
Suliburska, 2013, Polônia ⁽³³⁾	Estudo de caso controle	Adolescentes (78 obesos e 20 eutróficos) de sexo fem/masc com idade média de 14,5±1,8 anos	Zinco sérico (µmol/L)	Casos: 11,9±2,5 Controles: 16±3,0	A concentração de zinco sérico é menor entre os obesos (p<0,001). Uma correlação inversa foi encontrada entre a concentração sérica de zinco e de insulina (r=-0,52; p<0,001) e índice HOMA (r=-0,5; p<0,001).

Tabela 3. Continuação

Autor principal, ano, país	Tipo de estudo	Participantes	Biomarcador de zinco (unidade)	Valores de zinco plasmático/sérico	Principais resultados
Azab, 2014, Egito ⁽³⁰⁾	Estudo de caso controle	Crianças (80 obesas e 80 eutróficas) de sexo fem/masc com idade de 5,5-10 anos	Zinco sérico ($\mu\text{mol/L}$)	Casos: $8,7 \pm 2,1$ Controle: $11,5 \pm 2,6$	O zinco sérico foi menor entre os obesos ($p < 0,01$); Correlação negativa entre níveis séricos de zinco e leptina ($r = -0.746; p < 0.01$) e colesterol total ($r = -0.454; p < 0,05$) em crianças obesas; Correlação positiva entre níveis séricos de zinco e HDL-colesterol ($r = 0.608; p < 0,01$) em crianças obesas.
Cayir, 2014, Turquia ⁽³⁵⁾	Estudo de caso controle	Crianças e adolescentes (57 obesos e 48 eutróficos) do sexo masc/fem com idade de 6-17 anos	Zinco sérico ($\mu\text{mol/L}$)	Casos: $41,9 \pm 2,7$ Controle: $52,4 \pm 2,2$	A concentração de zinco sérico é menor entre os obesos ($p < 0,05$).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral: Avaliar a ingestão e a concentração sérica de zinco e suas associações com fatores cardiometabólicos em crianças de Viçosa - MG.

3.2 Objetivos específicos:

- Estimar a prevalência da deficiência sérica e da inadequação dietética de zinco nas crianças;
- Avaliar o estado nutricional, a composição corporal e pressão arterial das crianças;
- Analisar o perfil lipídico, glicemia de jejum, insulina, proteína C reativa, apolipoproteína A e B, ácido úrico, leptina e homocisteína das crianças;
- Avaliar a associação da concentração sérica e da ingestão dietética de zinco com a obesidade, adiposidade total e central, hipertensão arterial, dislipidemias, resistência à insulina, e concentrações alteradas de proteína C reativa, apolipoproteínas A e B, ácido úrico, leptina e homocisteína nas crianças.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 População e Delineamento do Estudo

Trata-se de um estudo transversal de base populacional, realizado no período de maio a setembro de 2015, com crianças de 8 e 9 anos matriculadas em escolas públicas e privadas da zona urbana de Viçosa-MG. Em 2015, a cidade de Viçosa apresentou uma população de, aproximadamente, 1.600 crianças na faixa etária de 8 e 9 anos, matriculadas em 24 escolas da zona urbana, sendo 17 públicas (7 estaduais e 10 municipais) e 7 privadas (INEP, 2015). A partir desse universo de indivíduos, as crianças foram selecionadas aleatoriamente e o convite para participação foi realizado aos pais ou responsáveis.

Este estudo faz parte de um projeto maior intitulado “Avaliação do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) como política de segurança alimentar e nutricional em Viçosa-MG”, proveniente da Pesquisa de Avaliação da Saúde do Escolar (PASE), uma investigação transversal de base populacional com crianças matriculadas em escolas urbanas que avaliou a saúde cardiovascular deste público infantil no município de Viçosa, MG, Brasil. Esta pesquisa foi apresentada à Secretaria Municipal de Educação, a Superintendência Regional de Ensino e às direções das escolas, sendo autorizada sua realização.

Foi realizado um estudo piloto em uma das escolas, testando-se a aplicação do questionário semiestruturado e de inquéritos alimentares nas crianças de mesma faixa etária. A amostra que participou do estudo piloto correspondeu a 12% do total da amostra e não foi incluída neste trabalho.

O cálculo de tamanho amostral foi realizado com auxílio do *software OpenEpi* (Versão 3.01) (DEAN et al., 2015), considerando o número total de crianças de 8 e 9 anos matriculadas nas escolas localizadas na zona urbana no ano de 2015 em Viçosa-MG, (n=1464) (APÊNDICE A), a prevalência de 50% para múltiplos desfechos, erro tolerado de 5%, nível de confiança de 95% e acréscimo de 20% para cobertura de perdas, totalizando 366 crianças a serem estudadas. A amostra final avaliada constituiu-se de 378 crianças.

O processo de amostragem das crianças foi realizado em duas etapas. Primeiro foi feito o cálculo da amostra por escola segundo a proporção de alunos que cada uma

representava em relação ao tamanho amostral total calculado, seguindo a representatividade dentro da escola de idade e sexo, segundo a fórmula (CÂNDIDO, 2009):

$$nA = \frac{n \times Na}{N}, \text{ onde}$$

nA = tamanho da amostra na escola A

n = tamanho da amostra calculada a partir dos três parâmetros definidos no item acima

Na = número de alunos de 8 e 9 anos na escola A

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

Posteriormente, a seleção dos alunos foi realizada através de sorteio aleatório até completar o número de alunos calculados para cada escola. Após o sorteio, o primeiro contato telefônico foi realizado para solicitar aos pais a autorização para participação dos seus filhos no estudo, sendo os objetivos e metodologia explicados e agendado o primeiro encontro. Neste momento, após explicação minuciosa de cada etapa aos responsáveis, aqueles que concordaram em participar assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (APÊNDICE B). Logo em seguida, foi aplicado o questionário socioeconômico, semiestruturado e pré-codificado, e o primeiro recordatório de 24 horas (R24h) (APÊNDICE C). Para agendamento dos próximos encontros, o responsável seria novamente contactado. Se houvesse recusa da participação em qualquer um dos momentos da pesquisa, era selecionado o substituto da criança, seguindo a lista na ordem do sorteio e realizado o mesmo procedimento de contato, até a amostra total ser completada.

A avaliação antropométrica, da composição corporal, da pressão arterial, a realização dos exames bioquímicos e aplicação do segundo R24h fizeram parte da segunda etapa, conduzida na Divisão de Saúde da UFV.

Por fim, a última etapa consistiu na aplicação do terceiro R24h e do retorno aos responsáveis dos resultados de todos os exames realizados. Aqueles que tiveram alterações nos exames receberam orientação nutricional e receberam encaminhamento médico por escrito para serviços públicos de saúde. Em todos os encontros foi solicitada

a participação da criança. É importante destacar que houve um intervalo de no máximo 15 dias entre as três etapas como forma de minimizar a alteração do hábito alimentar.

Todos os dados foram coletados na Universidade Federal de Viçosa (UFV) conforme a Figura 1. Não foram incluídas crianças com alguma alteração de saúde ou em uso de medicamentos que pudessem interferir no seu metabolismo e estado nutricional, além de utilização de suplementos vitamínicos ou minerais no decorrer da pesquisa ou nos últimos 3 meses.

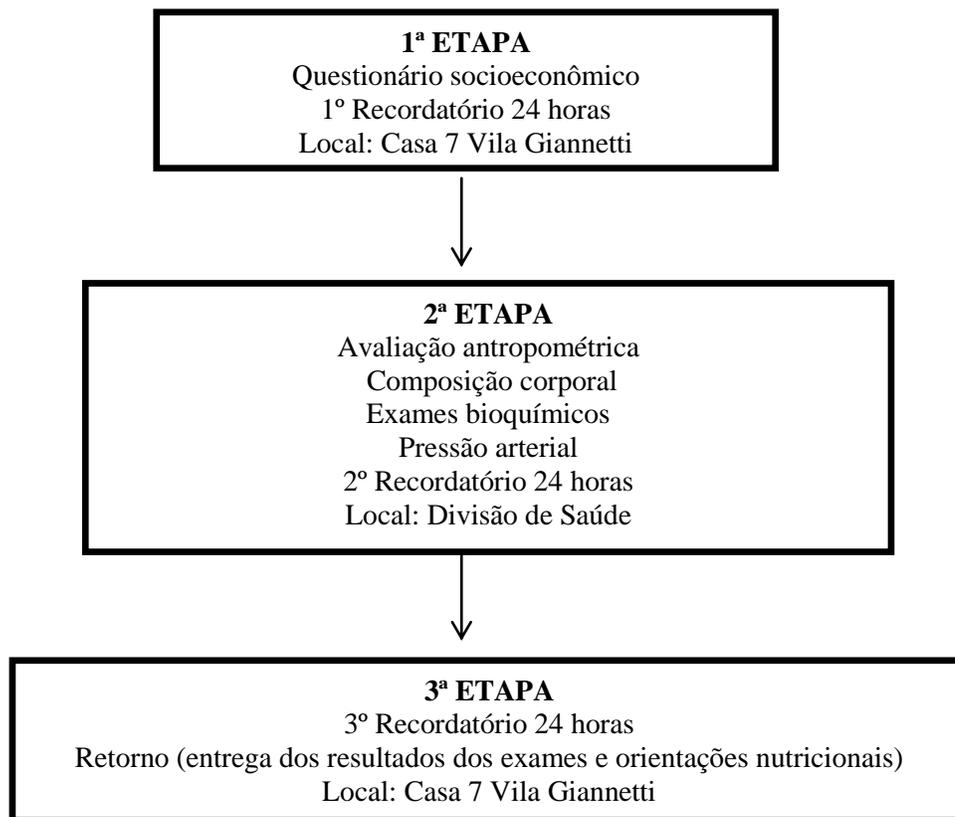


Figura 1 – Esquema da coleta de dados

4.2 Questionário

Após o consentimento dos pais/responsáveis, foi aplicado o questionário para coleta de informações socioeconômicas e demográficas, incluindo idade, sexo, escolaridade materna em anos de estudo e renda per capita em reais. Solicitou-se o cartão da criança para conferência da data de nascimento. A faixa etária da população em estudo foi de 8 anos completos até 9 anos, 11 meses e 29 dias. A renda per capita foi calculada

dividindo-se a renda familiar total em reais pelo número de moradores dependentes dessa renda na casa.

A prática de atividade física também foi avaliada por meio de questionário, contendo informações sobre o tempo diário em que a criança realiza atividades mais intensas como correr, pular, caminhar entre outros. O comportamento sedentário foi avaliado segundo o tempo de tela, incluindo televisão, *videogame*, computador, celular e *tablet*. Sendo considerado como adequado atividade física intensa ≥ 2 horas por dia e tempo de tela ≥ 2 horas por dia como comportamento sedentário.

4.3 Avaliação Antropométrica e de Composição Corporal

A aferição de peso e estatura foi realizada de acordo com as recomendações (WHO, 1995) através de balança digital eletrônica (Tanita®, modelo BC 553, Arlington Heights, IL, EUA), com capacidade de 150 quilos e sensibilidade de 100 gramas e estadiômetro vertical portátil (Altuxata®, Belo horizonte, MG, Brasil) com extensão de 2 metros e graduado em milímetros, respectivamente.

Essas medidas antropométricas foram utilizadas para o cálculo do Índice de Massa Corporal (IMC = massa corporal em kg / estatura em m²) das crianças. Para obtenção do índice em escore-z foi utilizado o *Software WHO Anthro Plus* (WHO, 2009) e a classificação do estado nutricional foi realizada através do IMC/Idade de acordo com os valores propostos pela WHO (2007). Valores $>$ escore-z +1 foram classificados como excesso de peso corporal (Quadro 1).

Quadro 1. Valores em escore-z para classificação do estado nutricional pelo índice IMC/idade, de crianças de 5 a 10 anos.

Valores Críticos	Diagnóstico Nutricional
$<$ Escore-z -3	Magreza acentuada
\geq Escore-z -3 e $<$ Escore-z -2	Magreza
\geq Escore-z -2 e \leq Escore-z +1	Eutrofia
$>$ Escore-z +1 e \leq Escore-z +2	Sobrepeso
$>$ Escore-z +2 e \leq Escore-z +3	Obesidade
$>$ Escore-z +3	Obesidade grave

Fonte: WHO, 2007.

Avaliou-se também o perímetro da cintura (PC) utilizando-se uma fita métrica flexível e inelástica com extensão de 1,5 metros e graduada em centímetros e subdividida em milímetros, sendo aferido no ponto médio entre a crista ilíaca e a última costela (WHO, 2008). A adiposidade abdominal foi avaliada considerando os pontos de corte correspondentes ao percentil 90 de acordo com idade e sexo (FILHO et al., 2014).

Medidas da cintura e estatura foram utilizadas para cálculo da relação cintura/estatura (RCE) (WHO, 2008). Valores superiores a 0,5 foram considerados como risco cardiometabólico aumentado (FREEDMAN et al., 2007).

A composição corporal das crianças foi avaliada pela Absortometria de raios-x de dupla energia (DEXA), considerado método referência (TOSCHKE et al., 2007). Foi avaliada a adiposidade central pelo percentual de gordura corporal androide (%GAN) e a adiposidade total pelo percentual de gordura corporal total (%GC). O exame foi realizado pela manhã, em jejum, no setor de Diagnóstico por Imagem na Divisão de Saúde da UFV, por técnico especializado.

Durante o exame, a criança permaneceu em posição supina até a finalização da leitura pelo equipamento. Como protocolo, as crianças tinham que estar em jejum, com roupa leve, sem brinco, pulseira ou qualquer adorno de metal. O excesso de gordura corporal foi classificado segundo os pontos de corte proposto por *Lohman* (1992) (Quadro 2), e o percentual de gordura androide foi categorizado em tercís.

Quadro 2. Pontos de corte para classificação da gordura corporal.

Meninas	Meninos	Diagnóstico Nutricional
<15%	<10%	Baixo peso
≥15% e <25%	≥10% e <20%	Eutrofia
≥25% e <30%	≥20% e <25%	Risco de sobrepeso
≥30%	≥25%	Sobrepeso

Fonte: Lohman, 1992.

4.4 Avaliação Bioquímica

Amostras de sangue foram coletadas após 12 horas de jejum por bioquímicos

tecnicamente capacitados e analisadas no Laboratório de Análises Clínicas da Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa. Para todas as análises, 20 mL de sangue venoso foram coletados em tubos próprios. Alíquotas desse material biológico foram acondicionadas em *eppendorf* de 2 mL, codificadas e armazenadas a -80°C. As amostras foram colhidas por punção venosa na região antecubital para mensuração de glicose, insulina, colesterol total e frações, triglicerídeos, apolipoproteínas A e B, ácido úrico, leptina, homocisteína, Proteína C Reativa-Ultra Sensível (PCR-US) e zinco sérico.

A glicemia de jejum foi determinada pelo método enzimático-colorimétrico, sem desproteinização (*Bioclin*) e a insulina de jejum foi analisada no soro utilizando os Sistemas de Imunoensaio Access, um ensaio imunoenzimático simultâneo de fase única (“sandwich”). A glicemia de jejum foi considerada aumentada quando ≥ 100 mg/dL (ADA, 2006).

O colesterol total (CT), a lipoproteína de baixa densidade de colesterol (LDL-c) e a lipoproteína de alta densidade de colesterol (HDL-c) foram dosados pelo teste enzimático colorimétrico (*Bioclin*) e analisados no aparelho BS-200 (*Bioclin*). A dosagem de triglicerídeos foi realizada pelo método enzimático colorimétrico com fator clareante de lípidos (*Bioclin*). A classificação do perfil lipídico foi realizada de acordo com a I Diretriz de Prevenção da Aterosclerose na Infância e na Adolescência da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC, 2005). O CT ≥ 150 mg/dl foi considerado hipercolesterolemia, a LDL-c ≥ 100 mg/dl como aumentada, a HDL-c ≥ 45 mg/dl como desejável e os triglicerídeos ≥ 100 mg/dl como hipertrigliceridemia. (Quadro 3).

A glicemia e insulinemia de jejum foram utilizadas para cálculo da homeostase da insulina – resistência à insulina (HOMA-IR). O HOMA-IR foi calculado pela seguinte fórmula (MATTHEWS et al., 1985): Glicemia de jejum (mmol/mL) x insulinemia de jejum (μ U/mL) / 22,5

As apolipoproteínas A e B foram determinadas pela nefelometria cinética (*Beckman Coulter*) e a homocisteína foi dosada no soro pelo método da quimioluminescência. O ácido úrico foi analisado pelo método enzimático colorimétrico e a proteína C reativa ultrasensível pelo método imunoturbidimétrico, ambos dosados no soro utilizando o Kit *Bioclin*, analisado no aparelho BS-200 (*Bioclin*). A leptina foi dosada no soro pelo método de enzaimunoensaio.

O HOMA-IR e as concentrações séricas de apolipoproteínas A e B, leptina, homocisteína, ácido úrico e PCR-US foram classificados como elevados quando superiores ao percentil 90 da amostra, uma vez que não existem pontos de corte destes parâmetros para esta faixa etária.

As relações apolipoproteína B/apolipoproteína A (Apo B/Apo A), colesterol total/lipoproteína de alta densidade (CT/HDL-c) e triglicerídeos/lipoproteína de alta densidade (TG/HDL-c) foram calculadas para melhor predizer o risco cardiovascular em crianças (STELLER et al., 2006; SHIDFAR et al., 2010).

Para dosagem do zinco sérico foi realizada a técnica de espectrofotometria de absorção atômica. As concentrações séricas de zinco < 65 µg/dL foram consideradas como deficiência deste mineral (IZiNCG, 2007).

Quadro 3. Pontos de corte adotados para avaliação dos parâmetros bioquímicos em crianças.

Parâmetro Bioquímico	Valor de Referência
Glicemia de jejum ¹	Desejável: < 100 mg/dL
Colesterol total ²	Aumentado: ≥ 150 mg/dL
LDL-colesterol ²	Aumentado: ≥ 100 mg/dL
HDL-colesterol ²	Desejável: ≥ 45 mg/dL
Triglicerídeos ²	Aumentado: ≥ 100 mg/dL
Insulina de jejum ²	Desejável: < 15 mU/mL
Zinco ³	Deficiência: <65 µg/dL

Fonte: ¹American Diabetes Association (2006); ²Sociedade Brasileira de Cardiologia et al. (2005); ³IZiNCG, 2007.

4.5 Avaliação da Pressão Arterial

Foram realizadas três aferições e calculada a média da pressão arterial com intervalo de aproximadamente 5 minutos, com a criança sentada e o braço esquerdo estendido, sendo considerada a média dos valores para classificação. A espessura da braçadeira foi adequada ao diâmetro do braço da criança. Para aferição da pressão arterial foi utilizado equipamento de insuflação automática Omron® (HEM 907, Vernon Hills, IL, EUA) validado (EL ASSAAD et al., 2002).

A classificação da pressão arterial foi realizada de acordo com o sexo, idade e percentil de estatura, segundo VI Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial (SBH, 2010), sendo considerada hipertensão arterial valores de pressão iguais ou superiores ao percentil 95 de distribuição da pressão arterial (Quadro 4).

Quadro 4. Classificação da pressão arterial de crianças.

Classificação	Percentil* para PAS e PAD
Normal	PA < percentil 90
Limítrofe	PA entre percentis 90 e 95 ou se PA exceder 120/80 mmHg sempre < percentil 90 até < percentil 95
HAS estágio 1	PA entre percentis 95 a 99 mais 5 mmHg
HAS estágio 2	PA > percentil 99 mais 5 mmHg

Fonte: Sociedade Brasileira de Hipertensão (2010). *Para idade, sexo e percentil de estatura. PAS: Pressão arterial sistólica, PAD: Pressão arterial Diastólica, PA: Pressão arterial, HAS: Hipertensão arterial sistêmica.

4.6 Avaliação Dietética

O consumo alimentar foi avaliado por meio de três recordatórios alimentares de 24 horas (R24h), obtidos durante os três encontros em dias não consecutivos, sendo uma das avaliações referente ao fim de semana. Este método de avaliação dietética foi escolhido por proporcionar menor alteração no hábito alimentar do indivíduo avaliado (WILLET, 1998). As crianças responderam o inquérito alimentar acompanhadas de seus pais ou responsáveis, sendo entrevistado preferencialmente àquele diretamente envolvido com a alimentação da criança.

Para auxiliar as crianças e seus pais/responsáveis na determinação do tamanho das porções consumidas em medidas caseiras, foram utilizados utensílios caseiros e figuras de porcionamento de alguns alimentos em álbum fotográfico (ZABOTTO et al., 1996). Para os alimentos cuja composição química apresentada na tabela foi diferente da especificada pelo participante em relação à adição de açúcar, sal, óleo de soja ou preparações não disponíveis no banco de dados do *software*, por exemplo, foram acrescentados esses componentes a partir de receitas padronizadas pela equipe, tabelas de composição de alimentos e/ou com auxílio do rótulo dos alimentos.

Com o intuito de analisar a ingestão de energia e de zinco, as quantidades dos alimentos consumidos em medidas caseiras foram convertidas em gramas/mililitros para posterior análise da composição química. A análise dos dados dietéticos foi realizada com o auxílio do *software* Diet Pro 5i (versão 5.8) cujos dados foram compilados da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011) e Tabela do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2012). A avaliação da adequação da ingestão dietética de zinco foi realizada seguindo os valores das recomendações nutricionais de Ingestão Diária Recomendada (IDR) de acordo com os valores de Necessidade Média Estimada (EAR) segundo sexo e estágio de vida (IOM, 2001). Os valores ≥ 4 $\mu\text{g}/\text{dia}$ para crianças de 8 anos e ≥ 7 $\mu\text{g}/\text{dia}$ para crianças de 9 anos foram considerados como ingestão média diária adequada.

Para controlar o efeito do consumo de energia sobre os nutrientes avaliados, foi utilizado o método residual de nutrientes proposto por Willett e Stampfer (1998).

4.7 Análises estatísticas

O banco de dados foi elaborado no programa *Microsoft Office Excel* versão 2007 e as análises estatísticas foram realizadas no *software* SPSS versão 20.0, adotando o nível de significância de 5%.

Foi realizado o teste de normalidade *Kolmogorov-Smirnov*, sendo avaliada a média e o desvio padrão para variáveis com distribuição normal e, mediana e intervalo interquartilico para variáveis sem distribuição normal. As variáveis categóricas foram expressas em valores absolutos e frequência.

A ingestão dietética de zinco foi ajustada pela energia, segundo o método residual (Willett e Stampfer, 1998), acrescentando-se o resíduo de um modelo de regressão linear simples, tendo o total de energia ingerida como variável independente e o valor absoluto do nutriente como variável dependente. As análises das variáveis antropométricas, de composição corporal, de ingestão dietética e bioquímicas segundo o sexo e a concentração sérica de zinco, foram realizadas pelo teste t de *Student* e teste de *Mann Whitney*. Foi utilizada a análise de ANOVA e de *Kruskal Wallis* para comparar os tercís de concentração sérica e de ingestão dietética de zinco. Quando uma diferença estatística foi detectada entre os três grupos, foi realizado o teste de *Bonferroni* para comparação

post hoc. A correlação de *Pearson* ou *Spearman* para avaliar a relação entre a concentração sérica de zinco e variáveis antropométricas, de composição corporal, dietéticas, bioquímicas e clínicas também foi realizada.

A regressão de Poisson com variância robusta foi realizada para avaliar a associação das variáveis antropométricas, de composição corporal e bioquímicas (dependentes) com o 1º tercil de concentração sérica de zinco em relação ao 2º e 3º tercil (juntos como categoria de referência, sendo a variável independente). As medidas de magnitude foram a Razão de Prevalência (RP) e seus respectivos Intervalos de Confiança (IC) de 95%. Após a análise da razão de prevalência bruta, os modelos foram ajustados pelas variáveis sexo, renda per capita em reais, escolaridade materna, ingestão energética e atividade física. Para avaliar a qualidade dos modelos ajustados foi utilizado o teste de *Hosmer & Lemeshow*, sendo considerado um bom ajuste quando $p > 0,05$.

4.8 Aspectos Éticos

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa sob o parecer nº778.653, de 25 de agosto de 2014 (ANEXO 1). O mesmo também foi avaliado e apresentado pela Secretaria Municipal de Educação, Superintendência Regional de Ensino e direção das escolas.

Após a realização das avaliações antropométricas, dietéticas, bioquímicas, de composição corporal e pressão arterial, todos os voluntários, independente da presença de alterações nutricionais, receberam atendimento nutricional individual para entrega e esclarecimento dos resultados. As crianças com desvios nutricionais tiveram orientação específica e, quando necessário, foram encaminhadas para atendimento nas Estratégias Saúde da Família do seu bairro residencial.

REFERÊNCIAS

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (ADA). Diagnosis and classification of Diabetes Mellitus. Position Statement. **Diabetes Care**, v. 34, supl. 1, p. 43-48, 2006.

CÂNDIDO, A.P.C. Estudos dos fatores de risco nutricionais, clínicos, bioquímicos e comportamentais para as doenças cardiovasculares na população do ensino fundamental de Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil, 2006. [Tese de doutorado]. Ouro Preto (MG): Universidade Federal de Ouro Preto, 2009.

DEAN AG, SULLIVAN KM, SOE MM. **OpenEpi: Open Source Epidemiologic Statistics for Public Health, Versão** disponível em: www.OpenEpi.com, atualizado em maio de 2015, acessado em fevereiro de 2016.

EL ASSAAD, M. A.; TOPOUCHIAN, J. A.; DARNÉ, B. M.; ASMAR, R. G. Validation of the Omron HEM-907 device for blood pressure measurement. **Blood Pressure Monitoring**, v. 7, n. 4, p. 237-241, 2002.

FILHO V.C.B.; LOPES, A.S.; FAGUNDES, R.R.; CAMPOS, W. Índices antropométricos em escolares de um município no Sul do Brasil: análise descritiva utilizando o método LMS. **Revista Paulista de Pediatria**, v.32, n.2, p.33-341, 2012.

FREEDMAN, D. S.; KAHN, H. S. ; MEI, Z.; GRUMMER-STRA, L. M.; DIETZ, W. H.; SRINIVASAN, S. R., *et al.* Relation of body mass index and waist-to-height ratio to cardiovascular disease risk factors in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 86, n. 1, p. 33-40, 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS - INEP. **Matrícula no Ensino Fundamental da cidade de Viçosa-MG (2015)**. <http://portal.inep.gov.br/basica-censo-escolar-matricula>. Acessado em setembro de 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico de 2010**, 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>, acessado em maio de 2016.

INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). **Dietary reference intakes**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.

IZiNCG: resumo técnico. **Avaliando os níveis de zinco na população através da concentração de zinco no soro, 2007**. Disponível em: <http://micronutrient.org>, acessado em 27 maio 2016.

LOHMAN, T. G. **Assessing fat distribution. In Advances in Body Composition Assessment Current Issues in Exercise Science**, p. 57–63. Champaign, IL: Human Kinetics, 1992.

MATTHEWS, D. R.; HOSKER, J. P.; RUDENSKI, A. S.; NAYLOR, B. A.; TREACHER, D. F.; TURNER, R. C. Homeostasis model assessment: insulin resistance and β -cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. **Diabetologia**, v. 28, n. 7, p. 412-419, 1985.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA; SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA; SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENDOCRINOLOGIA E METABOLOGIA; SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA; SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. I Diretriz de Prevenção da Aterosclerose na Infância e na Adolescência. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 85, supl. 6, p. 3-36, 2005.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA; SOCIEDADE BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO; SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEFROLOGIA. VI diretrizes brasileiras de hipertensão arterial. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 95, supl. 1, p. 1-5, 2010. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Physical Status: the use and interpretation of anthropometry**. Geneva: World Health Organization, 1995.

SHIDFAR, F.; AGHASI, M.; VAFA, M.; HEYDARI, I.; HOSSEINI, S.; SHIDFAR, S. Effects of combination of zinc and vitamin A supplementation on serum fasting blood sugar, insulin, apoprotein B and apoprotein A-I in patients with type I diabetes. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v.61, n.2, p.182–191, 2010.

STETTLER, C.; SUTER, Y.; ALLEMANN, S.; ZWAHLEN, M.; CHRIST, E.R.; DIEM, P. Apolipoprotein B as a long-term predictor of mortality in type 1 diabetes mellitus: A 15-year follow up. **Journal of Internal Medicine**, v.260, n.3, p.272–280, 2006.

TOSCHKE, A.M.; MARTIN, R.M.; VON KRIES, R.; WELLS, J.; SMITH, G.D.; NESS, A.R. Infant feeding method and obesity: body mass index and dual x-ray absorptiometry measurements at 9-10 y of age from the Avon Longitudinal Study of Parents and Children (ALSPAC). **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 85, p. 1578-1585, 2007.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO. **Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO**, versão 4. 2011.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - **Agricultural Research Service. Nutritive Value of Foods**, Home and Garden Bulletin, n.72 (HG-72), 2012. Disponível em: www.usda.gov, acessado em setembro de 2015.

WILLETT, W.; STAMPFER, M. Implications of total energy intake for epidemiological analyses. In: WILLETT, W. **Nutritional Epidemiology**. New York: Oxford University Press, p. 273-301, 1998.

WILLETT, W.C. **Nutritional epidemiology**. 2 ed. v.30. Oxford University Press, 1998.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) **WHO AnthroPlus for personal computers**

Manual: Software for assessing growth of the world's children and adolescents. Geneva:

WHO, 2009. Disponível em: <http://www.who.int/growthref/tools/em>, acessado em abril de 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). ONIS, M.; ONYANGO, A. W.; BORGHI,

E.; SIYAM, A.; NISHIDA, C.; SIEKMANN, J. Development of a WHO growth reference for

school-aged children and adolescents. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 85, p.

660-667, 2007.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Waist circumference and waist-hip ratio:**

report of a WHO expert consultation. Geneva: WHO; 2008.

ZABOTTO, C. B.; VIANA, R. P. T.; GIL, M. F. Registro fotográfico para inquéritos dietéticos: utensílios e porções. In: **Registro fotográfico para inquéritos dietéticos: utensílios e porções.** UFG, 1996.

5. RESULTADOS

Serão apresentados na forma de um artigo original:

- ✓ Associação das concentrações séricas de zinco com hipercolesterolemia e resistência à insulina em crianças brasileiras.

5.1 Artigo original: ASSOCIAÇÃO ENTRE AS CONCENTRAÇÕES SÉRICAS DE ZINCO E HIPERCOLESTEROLEMIA E RESISTÊNCIA À INSULINA EM CRIANÇAS BRASILEIRAS

RESUMO

Objetivo: Avaliar as concentrações séricas de zinco e suas associações com fatores cardiometabólicos em crianças pré-púberes brasileiras. **Metodologia:** Trata-se de um estudo transversal, de base-populacional, realizado com 378 crianças de 8 e 9 anos de escolas públicas e privadas urbanas do município de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Foram obtidos peso, estatura, índice de massa corporal por idade (IMC/I), perímetro da cintura e relação cintura estatura. A composição corporal foi avaliada pela técnica de absorptometria de raios-x de dupla energia (DEXA). Foram aferidos glicose, insulina, colesterol total (CT), lipoproteína de alta densidade de colesterol (HDL-c) e de baixa densidade de colesterol (LDL-c), triglicérides (TG), apolipoproteínas A e B (Apo A e B), ácido úrico, leptina, homocisteína, proteína C reativa-ultrassensível (PCR-US), pressão arterial e zinco sérico. A ingestão dietética foi avaliada pela aplicação de três recordatórios de 24 horas em dias não consecutivos. A regressão de Poisson com variância robusta foi utilizada para avaliar a associação entre a concentração sérica de zinco e os fatores cardiometabólicos ajustada por idade, sexo, escolaridade materna, renda per capita, realização de atividade física e comportamento sedentário. **Resultados:** A deficiência de zinco foi observada em 1,3% das crianças. As meninas apresentaram maiores médias/medianas de gordura corporal total e andróide, insulina, leptina e das relações CT/HDL-c, TG/HDL-c e ApoB/ApoA, e menores concentrações séricas de zinco, HDL-c, Apo A e glicemia. Foram observadas associações entre o maior consumo de zinco e menores concentrações séricas de TG e da relação TG/HDL-c. No 1º tercil de concentração sérica de zinco, a prevalência de resistência à insulina foi 96% maior (RP:1,96; IC95%:1,04-3,66) enquanto a prevalência de hipercolesterolemia foi 23% menor (RP:0,77; IC95%:0,61-0,96) em relação à categoria de referência (2º e 3º tercil). **Conclusão:** Observou-se uma baixa prevalência de deficiência de zinco, apesar da elevada prevalência de baixa ingestão. Mais de um terço das crianças apresentou hipercolesterolemia, excesso de peso e de gordura corporal. A prevalência de resistência à insulina foi maior e de hipercolesterolemia foi menor no 1º tercil de zinco sérico. Estes

resultados são importantes para a atuação dos profissionais de saúde, com ênfase no cuidado dietético, na prevenção e tratamento das alterações cardiometabólicas desde a infância, principalmente da resistência à insulina.

Palavras-chave: crianças; zinco; adiposidade; resistência à insulina; hipercolesterolemia, epidemiologia nutricional.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the serum concentrations of zinc and its associations with cardiometabolic factors in Brazilian pre-pubescent children. **Methodology:** This is a cross-sectional, population-based, carried out with 378 children aged 8 and 9 years of urban public and private schools in the city of Viçosa, Minas Gerais, Brazil. Were obtained weight, height, age by body mass index (BMI/A), waist circumference and waist/height ratio (WHR). Body composition was assessed by dual energy x-ray absorptiometry (DXA). Were measured glucose, insulin, total cholesterol (TC), high density lipoprotein cholesterol (HDL-c) and low cholesterol density (LDL-c), triglycerides (TG), apolipoprotein A and B (Apo A and B), uric acid, leptin, homocysteine, ultrasensitive C-reactive protein (CRP-us), blood pressure and serum zinc. The dietary intake was assessed by the application of three 24-hour recalls on non-consecutive days. The Poisson regression with robust variance was used to evaluate the association between serum zinc and cardiometabolic factors adjusted for age, sex, maternal education, per capita income, engaging in physical activity and sedentary behavior. **Results:** Zinc deficiency was observed in 1,3% of children. Girls had higher mean/median total body fat and android, insulin, leptin, TC/HDL-c, TG/HDL-c, ApoB/ApoA, and lower serum zinc concentrations, HDL-c, Apo A and glycemia. Associations were observed between higher intake of zinc and lower serum concentrations of TG and the relationship TG/HDL-c. In the 1st tertile of serum zinc concentration, the prevalence of insulin resistance was 96% higher (OR: 1,96; 95%CI: 1,04-3.66) while the prevalence of hypercholesterolemia was 23% lower (PR:0,77; 95%CI:0.61-0.96) compared to the reference category (2nd and 3rd tertile). **Conclusion:** There was a low prevalence of zinc deficiency, despite the high prevalence of low intake. More than a third of the children had hypercholesterolemia, excess weight and body fat.

The prevalence of insulin resistance was highest and hypercholesterolaemia was lower in the 1st tertile serum zinc. These results are important for the performance of health professionals, with emphasis on dietary care, prevention and treatment of cardiometabolic alterations since childhood, especially insulin resistance.

Key-words: child; zinc; adiposity; insulin resistance; hypercholesterolemia; nutritional epidemiology.

INTRODUÇÃO

O zinco é um micronutriente essencial ao metabolismo e está presente em quase todas as funções relacionadas ao corpo humano⁽¹⁾. Mais de 300 enzimas específicas e 1000 fatores de transcrição requerem este mineral para o controle de sua expressão⁽²⁾. Um estado nutricional de zinco adequado é fundamental para a função de diversas enzimas relacionadas à estrutura óssea, regulação da função genética e estabilidade de membranas celulares^(3,4), especialmente para o crescimento e desenvolvimento neurocomportamental na infância⁽⁵⁾.

Dados recentes revelam que entre os anos de 1992 a 2001, o risco global da deficiência de zinco, segundo o risco de inadequação dietética e de baixa estatura em crianças menores de cinco anos, caiu de 22 para 16%, refletindo no aumento da oferta de alimentos mundialmente⁽⁵⁾. Porém, a deficiência de zinco ainda é um problema importante, principalmente em países menos desenvolvidos localizados nos continentes africano e asiático⁽⁶⁾. Em termos de vulnerabilidade biológica ou social, as crianças são consideradas um grupo de risco para essa deficiência^(2,7). No Brasil, estudos locais mostram que há uma prevalência de 11,2% de deficiência de zinco em crianças da região Sudeste⁽⁸⁾ e de 13,8% em crianças da região Nordeste⁽⁹⁾. No estado da Paraíba, 15% de crianças apresentaram valores de zinco sérico abaixo do limite inferior do padrão de referência⁽¹⁰⁾.

A rápida mudança do padrão alimentar e do estado de vida nos países em desenvolvimento contribuiu para a insegurança alimentar e nutricional e desnutrição nos mesmos locais onde as doenças crônicas emergiram como uma grande epidemia⁽¹¹⁾. O excesso de peso infantil no Brasil tem aumentado de forma alarmante⁽¹²⁾. Segundo

Novaes et al. (2013)⁽¹³⁾, no município de Viçosa-MG, como em muitas outras cidades brasileiras, quase metade das crianças (41,5%) apresentaram um ou mais fatores de risco cardiometabólicos, sendo estes fatores aumentados significativamente com a prevalência do excesso de peso.

Estudos sugerem que existe relação entre a concentração sérica de zinco e mecanismos anabólicos e catabólicos da obesidade, embora essa associação não esteja bem elucidada⁽¹⁴⁻¹⁵⁾. Há evidências de que crianças e adolescentes obesos apresentam menor concentração de zinco e que essa concentração está inversamente associada a resistência à insulina⁽¹⁶⁾. Como o zinco é um antioxidante, sua concentração sérica diminuída em crianças obesas pode levar ao aumento da peroxidação lipídica, gerando aumento das concentrações de colesterol total (CT), triglicerídeos (TG) e da lipoproteína de baixa densidade (LDL-c)⁽¹⁷⁾. Entretanto, uma relação direta entre o zinco e o colesterol total e frações já foi demonstrada em crianças⁽¹⁸⁾, evidenciando contradições na literatura.

É importante ressaltar que baixas concentrações séricas de zinco também estão associadas ao estado inflamatório, com aumento dos marcadores da resposta de fase aguda e células de defesa do sistema imunológico⁽¹⁹⁻²⁰⁾, diretamente ligadas ao perfil trombogênico e componentes no desenvolvimento da resistência à insulina e alterações cardiometabólicas⁽²¹⁾.

Apesar do interesse científico na investigação desse mineral como importante regulador metabólico, a maioria dos estudos que investigou a associação do zinco com a adiposidade e o perfil metabólico alterado foi realizado com adultos. Diante da escassez de estudos com crianças e considerando a infância um período estratégico para promoção de hábitos saudáveis e prevenção de obesidade e co-morbidades associadas na fase adulta^(22,23), este estudo objetivou avaliar as concentrações séricas de zinco e suas associações com fatores cardiometabólicos em crianças pré-púberes brasileiras.

METODOLOGIA

População e delineamento do estudo

Trata-se de um estudo transversal de base populacional que foi realizado com 378 crianças de 8 e 9 anos do município de Viçosa, Minas Gerais, Brasil, financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). O município

conta com 24 escolas na zona urbana⁽²⁴⁾ que tem a faixa etária de interesse e está localizado na Zona da Mata Mineira, a 227 km da capital Belo Horizonte⁽²⁵⁾. Foi realizado um estudo piloto em uma das escolas com a finalidade de testar o questionário semiestruturado e o inquérito alimentar com crianças de mesma faixa etária.

Para o cálculo amostral foi utilizado o programa estatístico *Open Epi*⁽²⁶⁾, considerando o número total de crianças de 8 e 9 anos matriculadas nas escolas urbanas no ano de 2015 (n=1464), uma prevalência de 50% para múltiplos desfechos, erro aceitável de 5%, nível de confiança de 95% e acréscimo de 20% para cobertura de perdas, totalizando 366 crianças a serem estudadas. A amostra final avaliada constituiu-se de 378 crianças.

O processo de amostragem foi realizado em duas etapas. Primeiro foi realizado o cálculo da amostragem aleatória por escola, segundo a proporção de alunos por idade e sexo. Posteriormente, a seleção dos alunos foi realizada através de sorteio aleatório até completar o número necessário para cada escola. Foi realizado o convite após contato com os pais e responsáveis para participação no estudo.

Foram considerados como critérios de não inclusão as crianças com alguma alteração de saúde ou em uso de medicamentos que pudessem interferir no seu metabolismo e estado nutricional, além de utilização de suplementos de zinco no decorrer da pesquisa ou nos últimos 3 meses.

A participação voluntária das crianças no estudo foi autorizada após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) pelos pais ou responsáveis. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (número de Protocolo Ofício nº778.653, de 25 de agosto de 2014).

Antropometria e composição corporal

Foi realizada avaliação antropométrica das crianças com aferição do peso e altura, por meio de balança digital eletrônica (Tanita®, modelo BC 553, Arlington Heights, IL, EUA), com capacidade de 150 quilos e sensibilidade de 100 gramas, e estadiômetro vertical portátil (Altutexata®, Belo horizonte, MG, Brasil) com extensão de 2 metros e graduado em milímetros, respectivamente⁽²⁷⁾. Essas medidas foram utilizadas para o

cálculo do Índice de Massa Corporal das crianças. A classificação do estado nutricional foi realizada segundo o IMC/Idade pelo *Software WHO Anthro Plus*⁽²⁸⁾, sendo considerado excesso de peso os valores $> \text{escore-z} + 1$ ⁽²⁹⁾.

O perímetro da cintura (PC) foi aferido no ponto médio entre a crista ilíaca e a última costela por uma fita métrica flexível e inelástica com extensão de 1,5 metros e graduada em centímetros e subdividida em milímetros⁽³⁰⁾. A adiposidade abdominal foi classificada segundo os pontos de corte propostos por Filho et al. (2012)⁽³¹⁾. A partir dos valores da cintura e estatura, calculou-se a relação cintura/estatura (RCE)⁽³⁰⁾ sendo os valores maiores que 0,5 classificados como risco cardiometabólico aumentado⁽³²⁾.

A composição corporal das crianças foi avaliada por absorptometria de raios-x de dupla energia (*Dual Energy X-ray Absorptiometry - DEXA*), seguindo protocolo específico (roupas leves, sem brinco, pulseira ou qualquer adorno de metal), sendo analisada a adiposidade central pelo percentual de gordura androide (%GAN) e a adiposidade total pelo percentual de gordura corporal (%GC). O excesso de gordura corporal foi classificado segundo os pontos de corte propostos por *Lohman* (1992)⁽³³⁾.

Exames bioquímicos e pressão arterial

Para realização dos exames bioquímicos, amostras de sangue foram coletadas após 12 horas de jejum por bioquímicos tecnicamente capacitados e analisadas no Laboratório de Análises Clínicas da Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa. As amostras foram colhidas por punção venosa na região antecubital, para mensuração de glicose, insulina, colesterol total e frações, triglicerídeos, apolipoproteínas A e B, ácido úrico, leptina, homocisteína, Proteína C Reativa-Ultra Sensível (PCR-US) e zinco sérico.

A glicemia de jejum foi determinada pelo método enzimático-colorimétrico, sem desproteinização (*Bioclin*) e a insulina de jejum foi analisada no soro utilizando os Sistemas de Imunoensaio Access. Considerou-se como glicemia de jejum alterada quando as concentrações séricas foram $\geq 100 \text{ mg/dL}$ ⁽³⁴⁾. O CT, LDL-c e lipoproteína de alta densidade (HDL-c) foram dosados pelo teste enzimático colorimétrico (*Bioclin*) e analisados no aparelho BS-200 (*Bioclin*) e os TG pelo método enzimático colorimétrico com fator clareante de lípidos (*Bioclin*), sendo o perfil lipídico classificado de acordo

com a I Diretriz de Prevenção da Aterosclerose na Infância e na Adolescência da Sociedade Brasileira de Cardiologia⁽³⁵⁾.

As concentrações séricas de glicemia e insulina de jejum foram utilizadas para cálculo do modelo de avaliação da homeostase da insulina – resistência à insulina (HOMA-IR), por meio da fórmula: glicemia de jejum (mmol/mL) x insulinemia de jejum (μ U/mL) / 22,5⁽³⁶⁾. Considerou-se resistência à insulina quando os valores de HOMA-IR \geq foram superiores ao percentil 90 da amostra.

As apolipoproteínas A e B foram determinadas pela nefelometria cinética (*Beckman Coulter*), a homocisteína pelo método da quimioluminescência e a leptina pelo método de enzimaímmunoensaio em laboratórios terceirizados. O ácido úrico foi determinado pelo método enzimático colorimétrico e a PCR-US pelo método imunoturbidimétrico, utilizando-se o Kit *Bioclin*, analisado no aparelho BS-200 (*Bioclin*). Ambos os marcadores foram dosados no soro.

As concentrações séricas de apolipoproteínas A e B, leptina, homocisteína, ácido úrico e PCR-US foram classificadas como elevadas quando superiores ao percentil 90 da amostra, uma vez que não existem pontos de corte destes parâmetros para esta faixa etária. Foram avaliadas as relações apolipoproteína B/apolipoproteína A (Apo B/Apo A), CT/HDL-c e TG/HDL-c.

Para dosagem do zinco no soro foi realizada a técnica de espectrofotometria de absorção atômica. Considerou-se deficiência de zinco quando as concentrações séricas foram inferiores a 65 μ g/dL⁽³⁷⁾.

A pressão arterial foi aferida com a criança sentada, três vezes com intervalo de 5 minutos, sendo considerada a média dos valores para classificação. Foi utilizado equipamento de insuflação automática Omron® (HEM 907, Vernon Hills, IL, EUA) validado por *El Assaad et al.* (2002)⁽³⁸⁾. A classificação da pressão arterial foi realizada de acordo com o sexo, idade e percentil de estatura, segundo a VI Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial (SBH, 2010)⁽³⁹⁾, sendo considerada pressão arterial elevada os valores de pressão igual ou superiores ao percentil 95.

Avaliação dietética

O consumo alimentar foi avaliado por três recordatórios de 24 horas (R24h), obtidos em dias não consecutivos, sendo um referente ao fim de semana. As respostas foram obtidas das crianças acompanhadas de seus pais.

Para auxiliar os participantes na determinação do tamanho das porções ingeridas, foram utilizados utensílios caseiros e figuras de porcionamento de alguns alimentos em álbum fotográfico. Para os alimentos cuja composição química apresentada na tabela foi diferente da especificada pelo participante em relação à adição de açúcar, sal de cozinha, óleo de soja ou preparações não disponíveis no banco de dados do *software*, por exemplo, esses componentes foram acrescentados a partir de receitas padronizadas pela equipe, tabelas de composição de alimentos e/ou com auxílio do rótulo dos alimentos.

Com o intuito de analisar a ingestão de energia e de zinco, as quantidades dos alimentos consumidas em medidas caseiras foram convertidas em gramas/mililitros para posterior análise da composição química. A análise dos dados dietéticos foi realizada com o auxílio do *software* Diet Pro 5i (versão 5.8). A avaliação da adequação da ingestão dietética de zinco foi realizada seguindo as recomendações das diretrizes de Ingestão Diária Recomendada (IDR) de acordo com os valores de Necessidade Média Estimada (EAR)⁽⁴⁰⁾. A ingestão média diária $\geq 4 \mu\text{g}/\text{dia}$ para crianças de 8 anos e $\geq 7 \mu\text{g}/\text{dia}$ para crianças de 9 anos foi considerada adequada. A ingestão de zinco foi ajustada por energia, segundo o método residual estabelecido por *Willett e Stampfer* (1998)⁽⁴¹⁾.

Condições socioeconômicas e prática de atividade física

Por meio de questionário, foram investigadas as condições socioeconômicas e demográficas, incluindo idade, sexo, escolaridade materna e renda per capita. A prática de atividade física foi avaliada segundo o tempo diário em que a criança realiza atividades mais intensas como correr, pular, caminhar entre outros, sendo considerado adequado um tempo ≥ 2 horas por dia. O comportamento sedentário foi avaliado segundo o tempo de tela, incluindo televisão, *videogame*, computador, celular e *tablet* por um tempo ≥ 2 horas por dia como comportamento sedentário.

Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o *software* SPSS versão 20.0, adotando o nível de significância de 5%. As variáveis contínuas foram avaliadas quanto à normalidade pelo teste de *Kolmogorov-Smirnov*.

Os resultados foram apresentados através de distribuição de frequências e estimativa de medidas de tendência central e de dispersão, sendo avaliada a média e o desvio padrão para variáveis com distribuição normal e, mediana e intervalo interquartilício (IIQ) para variáveis sem distribuição normal. Variáveis categóricas foram expressas em valores absolutos e frequência.

As diferenças segundo o sexo e a média de concentração sérica de zinco das variáveis antropométricas, de composição corporal, dietéticas, bioquímicas e clínicas foram avaliadas pelo teste t de *Student* ou teste de *Mann Whitney*. Foram utilizadas as análises de ANOVA e de *Kruskal Wallis* para comparar as médias/medianas dos fatores cardiometabólicos segundo os tercis de concentração sérica e de ingestão de zinco. Foi realizado o teste de *Bonferroni*, comparação *post hoc*, para identificar a diferença entre os grupos. A correlação de *Pearson* ou *Spearman* foi realizada a concentração sérica de zinco e variáveis antropométricas, de composição corporal, dietéticas, bioquímicas e clínicas de acordo com o sexo.

A regressão de Poisson com variância robusta foi realizada para avaliar a associação das variáveis antropométricas, de composição corporal e bioquímicas (dependentes) com o 1º tercil de concentração sérica de zinco (variável independente). Para fins de análise, o 2º e o 3º tercil juntos foram considerados como categoria de referência na regressão. O modelo foi construído incluindo-se variáveis dependentes que, após consulta da literatura, apresentassem associação com o zinco. Foram estimados os valores de Razão de Prevalência (RP) e seus respectivos Intervalos de Confiança (IC) de 95%. Os modelos foram ajustados por sexo, renda per capita, escolaridade materna, ingestão energética e atividade física. Foi utilizado o teste de *Hosmer & Lemeshow* para avaliar a qualidade dos modelos ajustados.

RESULTADOS

Foram avaliadas 378 crianças pré-púberes de 8 e 9 anos de idade, sendo 52,1% do sexo feminino. A média da concentração sérica de zinco foi 95,2 $\mu\text{g/dL}$ para ambos os sexos e a deficiência foi observada em 1,3% das crianças ($n=5$). A prevalência de inadequação da ingestão de zinco foi 48,0%, sendo a mediana de ingestão (5,69 $\mu\text{g/dia}$) inferior a EAR para crianças de 9 anos (7 $\mu\text{g/dia}$) e superior para 8 anos (4 $\mu\text{g/dia}$). Os valores médios observados para escolaridade materna, renda per capita e ingestão de energia foram 10,3 anos, R\$780,15 e 1370,3 Kcal/dia, respectivamente. As meninas apresentaram maiores valores médios/medianos de %GC ($p<0,001$), %GAN ($p<0,001$), insulina ($p=0,015$), leptina ($p=0,003$), CT/HDL-c ($p=0,012$), TG/HDL-c ($p=0,011$), ApoB/ApoA ($p=0,003$), e menores de zinco sérico ($p=0,021$), HDL-c ($p=0,015$), Apo A ($p=0,017$) e glicemia ($p<0,001$) em relação aos meninos (Tabela 1).

Nos meninos, houve correlação negativa entre zinco sérico e insulina ($r=-0,168$; $p=0,025$), HOMA ($r=-0,167$; $p=0,025$) e leptina ($r=-0,150$; $p=0,047$) enquanto que, nas meninas, houve correlação positiva entre zinco sérico e CT ($r=0,196$; $p=0,006$), HDL-c ($r=0,143$; $p=0,048$) e Apo B ($r=0,189$; $p=0,019$) (Tabela 2).

Crianças com hipercolesterolemia ($p=0,012$), hiperglicemia ($p=0,008$) e maior relação ApoB/ApoA ($p=0,009$) apresentaram maiores concentrações séricas de zinco, enquanto aquelas com resistência à insulina ($p=0,011$) e que estavam no 3º tercil de gordura corporal androide ($p=0,027$) apresentaram menores concentrações séricas de zinco (Tabela 3).

O valor do 1º tercil de concentração sérica de zinco foi de 88,5 $\mu\text{g/dL}$, o 2º tercil foi 101,0 $\mu\text{g/dL}$ e o 3º tercil foi 162,7 $\mu\text{g/dL}$. Não foram encontradas diferenças entre os valores médios/medianos das variáveis antropométricas, de composição corporal, dietéticas, bioquímicas e clínicas entre os tercís de concentração sérica de zinco (Tabela 4). O valor do 1º tercil de ingestão dietética de zinco foi de 4,7 $\mu\text{g/dia}$, o 2º tercil foi 6,8 $\mu\text{g/dia}$ e o 3º tercil foi 21,1 $\mu\text{g/dia}$. Ao analisar a ingestão dietética de zinco pelo valores dos tercís como pontos de corte, no 1º tercil houve uma prevalência de 33,6% de ingestão insuficiente e no 2º tercil, 68,0%. Nenhuma criança alcançou ingestão igual ou superior ao valor do 3º tercil. Verificou-se uma menor mediana de triglicérides ($p=0,014$) e da relação TG/HDL-c ($p=0,012$) no 3º tercil de ingestão dietética de zinco (Tabela 5).

Após o ajuste nos modelos de regressão de Poisson pelas variáveis sexo, atividade física, ingestão energética, renda per capita e escolaridade materna, observou-se que, a prevalência de resistência à insulina foi 96% maior (RP:1,96; IC95%:1,04-3,66) enquanto a prevalência de hipercolesterolemia foi 23% menor (RP:0,77; IC95%:0,61-0,96) no 1º tercil de concentração sérica de zinco em relação ao 2º e 3º tercil. Não houve associação entre as menores concentrações séricas de zinco e outros fatores cardiometabólicos avaliados (Tabela 6).

DISCUSSÃO

Observou-se que no 1º tercil de concentração sérica de zinco, a prevalência de resistência à insulina foi 96% maior e da hipercolesterolemia foi 23% menor em relação ao 2º e 3º tercil.

Por possuir uma estreita relação com a regulação hormonal e melhorar a interação entre hormônios e seus receptores, o zinco é alvo de interesse em pesquisas⁽⁴²⁾. A associação inversa entre a resistência à insulina e o zinco sérico tem sido descrita por pesquisas realizadas com crianças em diversos países^(16,22,43). Sabe-se que esse mineral participa da cristalização da insulina⁽⁴⁴⁾, modula a transcrição do seu receptor, formando complexos e aumentando a ligação desse hormônio aos seus receptores⁽⁴⁵⁾. Porém a concentração deste mineral não é alterada com a hiperglicemia induzida pela administração de glicose, sugerindo que não há uma mobilização de zinco dos tecidos pela hiperglicemia, ou seja, a redução da concentração deste mineral não reflete uma alteração metabólica em curto prazo⁽²²⁾.

A associação positiva entre a hipercolesterolemia e as concentrações séricas de zinco foi também observada por *Garcia et al.*, 2013⁽¹⁸⁾ em escolares no México. Entretanto, os estudos são contraditórios na literatura. Pesquisas realizadas com suplementação de zinco tanto em adultos⁽⁴⁶⁾ quanto em crianças pré-púberes obesas iranianas⁽⁴⁷⁻⁴⁸⁾ demonstraram uma redução do colesterol sérico de forma significativa. No estudo de *Azab et al.*, (2014)⁽¹⁷⁾ realizado no Egito, quando comparadas crianças obesas e eutróficas, houve uma correlação negativa entre o zinco e o colesterol sérico.

Evidências da literatura sugerem que a concentração sérica de zinco pode atuar de forma indireta no aumento de colesterol total⁽⁴⁹⁾. A zinco- α -2 glicoproteína (ZAG) é uma

proteína que induz a mobilização de lipídios no tecido adiposo⁽⁵⁰⁾, um dos maiores reservatórios de lipídeos na forma de triacilgliceróis e colesterol⁽⁵¹⁾, e estimula a utilização de energia neste tecido⁽⁴⁸⁾. Em sua estrutura, a ZAG possui um local de ligação hidrofóbico, em que proteínas ligantes podem modificar sua atividade⁽⁵²⁻⁵³⁾. A atividade da ZAG nos adipócitos é negativamente regulada em indivíduos obesos por citocinas pró-inflamatórias, como o fator de necrose tumoral alfa⁽⁵⁴⁾. Porém sabe-se que o polimorfismo dessa proteína pode explicar diferentes relações com o perfil lipídico⁽⁴⁹⁾. Se positivamente regulada, o aumento da atividade da ZAG causa uma diminuição rápida no conteúdo de lipídeos da membrana plasmática das células dos adipócitos e um aumento do fluxo de colesterol e de ácidos graxos livres para a corrente sanguínea⁽⁵⁵⁾. A disponibilidade de ácidos graxos livres no fígado pode resultar na produção aumentada de lipoproteínas, como consequência, há um aumento de lipoproteínas de muito baixa densidade de colesterol (VLDL-c) e LDL-c e, portanto, um risco aumentado de aterosclerose⁽⁵⁶⁾.

Uma baixa prevalência da deficiência sérica de zinco foi encontrada nas crianças deste estudo, contrastando com resultados de pesquisas realizadas em diferentes países e com crianças menores. Na África do Sul, a prevalência da deficiência sérica de zinco atinge 42,6% de crianças de 3 a 5 anos de idade⁽⁵⁷⁾ e no Brasil, pesquisa realizada com crianças de creches localizadas em áreas carentes do estado da Paraíba, a prevalência da deficiência sérica de zinco é de 16,2%⁽⁵⁸⁾. No Canadá, a prevalência da deficiência de zinco é de 17,0% em crianças de 24 a 71 meses de idade e as baixas concentrações de zinco foram associadas à idade (≤ 4 anos), etnia (oriental) e escolaridade materna (≤ 11 anos de estudo)⁽⁵⁹⁾. Destaca-se que a deficiência de zinco está associada às piores condições socioeconômicas, tais como o baixo nível socioeconômico, a pouca disponibilidade de alimentos fontes do mineral, a ausência de educação alimentar e nutricional e as condições de saneamento inadequadas⁽⁶⁰⁾.

Por outro lado, uma alta prevalência de inadequação da ingestão de zinco foi observada, sendo superior a outros estudos realizados com crianças brasileiras⁽⁶¹⁻⁶²⁾. Um dos principais fatores associados ao desenvolvimento da deficiência de zinco na infância é a sua ingestão inadequada⁽⁶³⁾, uma vez que há uma demanda aumentada pelo organismo pela fase de rápido crescimento, que nem sempre é alcançada pelo consumo

dietético⁽⁶³⁻⁶⁵⁾. Neste estudo, possivelmente em função da baixa prevalência de deficiência de zinco nas crianças, não foi encontrada correlação entre a ingestão e as concentrações séricas de zinco, isso pode ser explicado também pelo fato de que, se o consumo de zinco for o dobro do habitual, há um aumento em torno de 9% de sua concentração no plasma ou soro, pois devido a mecanismos homeostáticos, a deficiência de zinco é refletida em longo prazo⁽⁶⁶⁾. Entretanto, vale ressaltar que o consumo de fontes alimentares de zinco são importantes para o crescimento saudável das crianças, tais como carnes, ovos, crustáceos, leguminosas, cereais e vegetais⁽⁶⁷⁾, sendo que algumas contêm fitatos que prejudicam sua absorção⁽⁶⁸⁾.

Neste estudo foi encontrada uma menor concentração sérica de triglicerídeos e da relação triglicerídeos/HDL-c no maior tercil de ingestão dietética de zinco. Resultado semelhante foi demonstrado em estudo conduzido com adultos indianos⁽⁶²⁾, onde o aumento da ingestão de zinco esteve significativamente associado a menores prevalências de hipertensão, hipertrigliceridemia, diminuição de HDL-c e da adiposidade central. Embora o mecanismo pelo qual o zinco age diretamente na patogênese dessas alterações cardiometabólicas seja ainda desconhecido, há evidências de que a tanto a sua deficiência quanto o excesso pode causar dislipidemia, prejudicar a síntese hepática de ácidos graxos e aumentar o estresse oxidativo⁽⁶⁹⁾. O consumo adequado de zinco pode trazer benefícios em relação à mortalidade por doenças cardiovasculares⁽⁷⁰⁾ devido ao seu papel na estabilização de macromoléculas contra a oxidação induzida por radicais livres⁽⁷¹⁻⁷³⁾. Estudo demonstrou que, se o zinco consumido for proveniente principalmente da carne vermelha e não de outras fontes, o risco de doenças cardiovasculares é aumentado em função de outros componentes presentes na carne, tais como a gordura saturada, além da possível interação entre o zinco e o ferro heme, que pode reduzir sua biodisponibilidade e diminuir suas funções fisiológicas no organismo⁽⁷³⁾.

Mais de um terço das crianças apresentou hipercolesterolemia, excesso de peso e de gordura corporal. A prevenção de complicações relativas à obesidade e de alterações cardiometabólicas é essencial ainda na infância, sendo importante enfatizar o cuidado com a alimentação adequada em relação ao consumo de micronutrientes com ação antioxidante tais como o zinco, a vitamina C⁽⁷⁴⁾, vitamina E⁽⁷⁵⁾ e vitamina A⁽⁷⁶⁾, associados à melhoria dos fatores de risco cardiometabólicos. O processo de aterogênese

tem início de forma silenciosa na infância, progredindo durante a adolescência e a idade adulta, e acarretando doenças cardiovasculares em adultos ou idosos⁽⁷⁷⁻⁷⁹⁾. É um processo complexo que envolve danos às células endoteliais, com ativação, fixação e migração de monócitos⁽⁸⁰⁾. A LDL-c é oxidada e acumulada abaixo do endotélio vascular, resultando em finos depósitos filiformes de gordura na camada íntima vascular, coberta por uma capa fibrosa⁽⁸¹⁾. Sabe-se também que, por meio da deficiência de zinco e conseqüentemente da metalotioneína, são modulados processos de sinalização relacionados com o estresse oxidativo em células endoteliais com ativação do fator nuclear kappa B, o óxido nítrico e a caspase desencadeando o processo de aterogênese⁽⁸²⁾.

A leptina é uma adipocina que está relacionada ao mecanismo de saciedade⁽⁸³⁾ e, neste estudo, apresentou correlação inversa com a concentração sérica de zinco em meninos. Resultados semelhantes tanto em adultos quanto em crianças foram observados^(17,84), devido ao papel do zinco como um mediador na produção de leptina no tecido adiposo subcutâneo⁽⁸⁴⁾ e ao efeito da ZAG nas concentrações de leptina. Sua baixa expressão em indivíduos obesos está associada a diminuição sérica de leptina, podendo desempenhar um papel importante na patogênese da obesidade⁽⁵⁴⁾. A ação anti-inflamatória do zinco pode ser um dos fatores que contribuem para inibição da produção de citocinas pró-inflamatórias e diminuição da PCR⁽⁸⁵⁾. A maioria dos estudos que avaliam a relação entre marcadores inflamatórios e concentrações séricas de zinco em crianças estão relacionados à doenças agudas infecciosas como diarreia e infecção respiratória. Apenas no estudo de *Garcia et al.*, (2013)⁽¹⁸⁾ a relação entre as concentrações séricas de vitaminas e minerais antioxidantes e PCR com alterações cardiometabólicas foi investigada e não houve associação entre zinco e PCR-us. Em relação ao ácido úrico e a homocisteína, até o momento nenhum outro estudo avaliou sua associação com as concentrações séricas de zinco.

Alguns pontos positivos deste estudo devem ser considerados. Este é um dos poucos trabalhos realizados em países em desenvolvimento que investigou a associação entre as concentrações séricas de zinco e os fatores cardiometabólicos na infância, sendo o primeiro estudo de base-populacional com crianças brasileiras. Como a obesidade e comorbidades associadas estão cada vez mais prevalentes na infância e o zinco é de

fundamental importância para o crescimento e desenvolvimento infantil, esta é uma fase importante para avaliar se o estado nutricional adequado de zinco pode contribuir para a redução das alterações cardiometabólicas na infância. Ressalta-se que este é um estudo com amostra homogênea em relação à faixa etária, sendo constituída por crianças pré-púberes, o que contribui para a redução da influência da maturação sexual na composição corporal. Todas as variáveis de confusão apresentadas pela literatura foram utilizadas para ajustes nas análises estatísticas deste estudo. Contudo, por se tratar de um estudo transversal, não é possível estabelecer uma relação de temporalidade entre as concentrações séricas de zinco e as alterações cardiometabólicas.

Estes resultados são importantes para a atuação eficaz dos profissionais de saúde na prevenção e tratamento das alterações cardiometabólicas, principalmente da resistência à insulina, com ênfase na avaliação dietética do zinco. Ensaio clínicos randomizados e estudos longitudinais são necessários para esclarecer as relações entre o zinco e as alterações cardiometabólicas na infância.

REFERÊNCIAS

1. Prasad AS (2013). Discovery of human zinc deficiency: Its impact on human health and disease. *Adv. Nutr.* **4**, 176–190.
2. Yasuda H, Tsutsui T (2016). Infants and elderlies are susceptible to zinc deficiency. *Scientific Reports* **6**, article number 21850.
3. Cousins RJ, Blanchard RK, Moore JB, Cui L, Green CL, Liuzzi JP (2003). Regulation of zinc metabolism and genomic outcomes. *Journal of Nutrition*, **133**, 1521-6.
4. Tapiero H, Tew KD (2003). Trace elements in human physiology and pathology: zinc and metallothioneins. *Biomed Pharmacother*, **57**, 9, 399–411.
5. Brown KH, Rivera JA, Bhutta Z, Gibson RS, King JC (2004). International Zinc Nutrition Consultative Group (IZiNCG) technical document #1. Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. *Food and Nutrition Bulletin*, **25**, S99–203.
6. Kumssa DB, Joy EJM, Ander L, Watts MJ, Young SD, Walker S, Broadley MR (2015). Dietary calcium and zinc deficiency risks are decreasing but remain prevalent. *Scientific reports* **5**, article number 10974.
7. Silva-santana SC, Diniz AS, Lóla MMF, Oliveira RS, Silva SMM, Oliveira SF (2002). Parameters of evaluation of zinc nutritional status: comparison between zinc hair rates and serum alkaline phosphatase in pre-scholars of the Municipality of João Pessoa, Paraíba. *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil*, **2,3**, 275-282.
8. Beinner MA, Menezes MÂ de BC, Silva JBB da, Amorim FR de, Jansen AK, Lamounier JÁ (2010). Plasma zinc and hair zinc levels, anthropometric status and food intake of children in a rural area of Brazil. *Rev Nutr.*, **23**, 1, 75–83.

9. Pedraza DF, Rocha ACD, Sousa CP da C (2013). Crescimento e deficiências de micronutrientes: perfil das crianças assistidas no núcleo de creches do governo da Paraíba, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, **18**, 11, 3379–90.
10. Pedraza DF, Queiroz D, Paiva AA, Cunha MAL, Lima ZN (2014). Seguridad alimentaria, crecimiento y niveles de vitamina A, hemoglobina y zinc en niños preescolares del nordeste de Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, **19**, 2, 641-650.
11. World Health Organization & Food and Agriculture Organization (2003). *Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO expert consultation*, Geneva, **28**, Report No. WHO Technical Report Series 916, 2002, WHO.
12. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010). **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil**. Rio de Janeiro.
13. Novaes JF, Priore SE, Franceschini SCC, Lamounier JA (2013). Does the body mass index reflect cardiovascular risk factors in Brazilian children? *Journal of Tropical Pediatrics*, **59**,1, 43-48.
14. Habib SA, Saad EA, Elsharkawy AA, Attia ZR (2015). Pro-inflammatory adipocytokines, oxidative stress, insulin, Zn and Cu: Interrelations with obesity in Egyptian non-diabetic obese children and adolescents. *Advances in Medical Sciences*, **60**,179–185.
15. Marreiro DDN, Fisberg M, Cozzolino SMF (2002). Zinc nutritional status in obese children and adolescents. *Biological Trace Element Research*, **86**, 2, 107–122.
16. Ortega RM, Rodríguez-Rodríguez E, Aparicio A, Jiménez AI, López-Sobaler AM, González-Rodríguez LG (2012). Poor zinc status is associated with increased risk of insulin resistance in Spanish children. *British Journal of Nutrition*, **107**, 3, 398–404.
17. Azab SFA, Saleh SH, Elsaed WF, Elshafie MA, Sherief LM, Esh AMH (2014). Serum trace elements in obese Egyptian children: a case-control study. *Italian Journal of Pediatrics*, **40**,1,20.
18. Garcia OP, Ronquillo D, Caamaño GM, Camacho M, López V, Rosado JL (2013). Zinc, Iron and Vitamins A,C and E are associated with obesity, inflammation, lipid profile and insulin resistance in mexican school-aged children. *Nutrientes*, **5**, 5012-5030.
19. Hinks LJ, Colmsee M, Delves HT (1982). Determination of zinc and copper in isolated leucocytes. *Analyst*, **107**,815-23.
20. Singh A, Smoak, BL, Patterson KY, Lemay LG, Veillon C, Deuster PA (1991). Biochemical indices of selected trace minerals in men: effect of stress. *Am J Clin Nutr.*, **53**, 126–31.
21. Farhangi MA, Keshavarz SA, Eshraghian M, Ostadrahimi A, Saboor-Yaraghi AAS (2013). White blood cell count in women: relation to inflammatory biomarkers, haematological profiles, visceral adiposity, and other cardiovascular risk factors. *J. Health Popul Nutr.*, **31**,1,58-64.
22. Deshmukh-Taskar P, Nicklas TA, Morales M, Yang SJ, Zakeri I, Berenson GS (2006). Tracking of overweight status from childhood to young adulthood: the Bogalusa Heart Study. *Eur J Clin Nutr.*, **60**, 48-57.
23. Mendes PL, Maciel MS, Pinto LF, Souza DO, Conti LS, Mello BV (2009). The child-adolescent obesity and the impact from childhood to adult life: a systematic review of scientific literature in the period 1997-2007. *Pediatrics*, **31**, 260-73.

24. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (2015). **Matrícula no Ensino Fundamental da cidade de Viçosa-MG**. <http://portal.inep.gov.br/basica-censo-escolar-matricula>. (acessado em setembro de 2015).
25. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012). **Censo demográfico de 2010**. <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm> (acessado em maio de 2016).
26. Dean AG, Sullivan KM, Soe MM (2015). OpenEpi: Open Source Epidemiologic Statistics for Public Health, Versão. www.OpenEpi.com (acessado em fevereiro de 2016).
27. World Health Organization (1995). Physical Status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva: WHO.
28. World Health Organization (2009). **WHO AnthroPlus for personal computers Manual: Software for assessing growth of the world's children and adolescents**. Geneva: <http://www.who.int/growthref/tools/em> (acessado em fevereiro de 2016).
29. World Health Organization (2007). Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*, **85**, 660-667.
30. World Health Organization (2008). Waist circumference and waist-hip ratio: report of a WHO expert consultation. Geneva: WHO.
31. Filho VCB, Lopes AS, Fagundes RR, Campos W (2012). Índices antropométricos em escolares de um município no Sul do Brasil: análise descritiva utilizando o método LMS. *Revista Paulista de Pediatria*, **32**, 2, 33-341.
32. Freedman DS, Kahn HS, Mei Z, Grummer-Stra LM, Dietz WH, Srinivasan SR (2007). Relation of body mass index and waist-to-height ratio cardiovascular disease risk factors in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, **86**, 1, 33-40.
33. Lohman TG (1992). Assessing fat distribution. In *Advances in Body Composition Assessment. Current Issues in Exercise Science*, 57–63. Champaign, IL: Human Kinetics.
34. American Diabetes Association (2006). Diagnosis and classification of Diabetes Mellitus. Position Statement. *Diabetes Care*, **34**, supl. 1, 43-48.
35. Sociedade Brasileira de Cardiologia; Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia (2005). I Diretriz de Prevenção da Aterosclerose na Infância e na Adolescência. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, **85**, supl. 6, 3-36.
36. Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC (1985). Homeostasis model assessment: insulin resistance and β -cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia*, **28**, 7, 412-419.
37. International Nutrition Consultative Group (2004). Overview of Zinc Nutrition Food and Nutrition Bulletin. *The United Nations University*, **25**, 1, Suppl 2.
38. El assaaD M A, Topouchian J A, Darné BM, Asmar RG (2002). Validation of the Omron HEM-907 device for blood pressure measurement. *Blood Pressure Monitoring*, **7**, 4, 237-241.
39. Sociedade Brasileira de Cardiologia; Sociedade Brasileira de Hipertensão; Sociedade Brasileira de Nefrologia (2010). **VI diretrizes brasileiras de hipertensão arterial**. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, **95**, supl. 1, 1-5.

40. Institute of Medicine (2001) **Dietary reference intakes**. Washington, D.C.: National Academy Press.
41. Willett W, Stampfer M (1998). Implications of total energy intake for epidemiology analyses. **Nutritional Epidemiology**. New York: Oxford University Press, 273-301.
42. Marreiro DDN, Fisberg M, Cozzolino SMF (2004). Zinc nutritional status and its relationships with hyperinsulinemia in obese children and adolescents. *Biological Trace Element Research*, **100**,137–50.
43. Suliburska J, Cofta S, Gajewska E, Kalmus G, Sobieska M, Samborski W (2013). The evaluation of selected serum mineral concentrations and their association with insulin resistance in obese adolescents. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. **17**, 17, 2396–400.
44. Scott DA (1934). Crystalline insulin. *Biochem J* , **28**, 592-8.
45. Maske H, Germany M (1957). Interaction between insulin and zinc in the islets of Langerhans. *Diabetes*, **6**, 335-41.
46. Gunasekara P, Hettiarachchi M, Liyanage C, Lekamwasam S (2011). Effects of zinc and multimineral vitamin supplementation on glycemic and lipid control in adult diabetes. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity*, **4**, 53–60.
47. Hashemipour M, Kelishadi R, Shapouri J, Sarrafzadegan N, Amini M, Tavakoli N (2009). Effect of zinc supplementation on insulin resistance and components of the metabolic syndrome in prepubertal obese children. *Hormones*, **8**, 4, 279-285.
48. Kelishadi R, Hashemipour M, Adeli K, Tavakoli N, Movahedian-Attar A, Shapouri J (2010). Effect of Zinc Supplementation on Markers of Insulin Resistance, Oxidative Stress, and Inflammation Among Prepubescent Children with Metabolic Syndrome. *Metabolic Syndrome and Related Disorders*, **8**, 6, 505-510.
49. Olofsson LE, Olsson B, Lystiga T, Jacobson P, Jernåsa M, Sjöholm K, Anders Gummesson A, Sjöström L, Eriksson P, Hamsten A, Hålec LP, Thelled DS, Carlsson B, Carlsson LMS (2010). Preliminary report: Zn-alpha2-glycoprotein genotype and serum levels are associated with serum lipids. *Metabolism Clinical and Experimental*, **59**,1316–1318.
50. Bing C, Bao Y, Jenkins J (2004). Zinc-alpha2-glycoprotein, a lipid mobilizing factor, is expressed in adipocytes and is up-regulated in mice with cancer cachexia. *Proc Natl Acad Sci U S A*, **101**, 2500-5.
51. Ailhaud G, Grimaldi P, Negrel R (1992). Cellular and molecular aspects of adipose tissue development. *Annual Review of Nutrition*, **12**, 207– 233.
52. Kennedy MW, Heikema AP, Cooper A (2001). Hydrophobic ligand binding by Zn-alpha 2-glycoprotein, a soluble fat-depleting factor related to major histocompatibility complex proteins. *J Biol Chem*, **276**, 35008-13.
53. Delker SL, West Jr AP, McDermott L (2004). Crystallographic studies of ligand binding by Zn-alpha2-glycoprotein. *J Struct Biol*, **148**, 205-13.
54. Mracek T, Ding Q, Tzanavari T, Kos K, Pinkney J, Wilding J. (2010). The adipokine zinc-alpha2-glycoprotein (ZAG) is downregulated with fat mass expansion in obesity. *Clin Endocrinol.*, **72**, 3, 334–41.
55. Verghese PB, Arrese EL, Soulages JL (2007). Stimulation of lipolysis enhances the rate of cholesterol efflux to HDL in adipocytes. *Molecular and Cellular Biochemistry*, **302**, 241-8.
56. Curi R, Pompeia C, Myasaka CK, Procopio J (2001). **Entendendo a gordura – Os ácidos graxos**. Editora Manole, 1ª edição, 7, 64.

57. Motadi SA, Mbhenyane XG, Mbhatsani HV, Mabapa NS, Mamabolo RL (2015). Prevalence of iron and zinc deficiencies among preschool children ages 3 to 5 y in Vhembe district, Limpopo province, South Africa. *Nutrition*, **31**, 452–458.
58. Pedraza DF, Rocha ACD, Queiroz EO, Sousa CPC (2011). Estado nutricional relativo ao zinco de crianças que frequentam creches do estado da Paraíba. *Rev. Nutr.*, **24**, 4, 539-552
59. Vaghri Z, Wong H, Barr SI, Chapman GE, Hertzman C (2011). Associations of Socio-demographic and Behavioral Variables with Hair Zinc of Vancouver Preschoolers. *Biol Trace Elem Res.*, **143**, 1398–1412.
60. International Zinc Nutrition Consultative Group - IZiNCG; 2007. Avaliando os níveis de zinco na população através da concentração de zinco no soro. California: Relatório Técnico nº 2. http://izincg.org/Media/Default/Publications/Files/Portuguese_brief2.pdf (acessado em abril de 2015).
61. Beininger MA, Menezes MABC, Silva JBB, Amorim FR, Jansen AK, Lamounier JA (2010). Plasma zinc and hair zinc levels, anthropometric status and food intake of children in a rural area of Brazil. *Revista de Nutrição*, **23**, 1, 75–83.
62. Leite FM, Ferreira HS, Bezerra MK, Assunção ML, Horta BL (2013). Consumo alimentar e estado nutricional de pré-escolares das comunidades remanescentes dos quilombos do estado de Alagoas. *Rev Paul Pediatr*, **31**, 4, 444-51.
63. Gibson RS (2005). Principles of Nutritional Assessment. 2ª edição, **Oxford University Press**.
64. Gibson RS (2007). Zinc: the missing link in combating micronutrient malnutrition in developing countries. *Proc Nutr Soc.*, **65**, 1, 51–60.
65. Junior J, Dean S, Mayo-Wilson E, Imdad A, Bhutta Z (2011). Zinc supplementation for preventing mortality and morbidity, and promoting growth, in children aged 6 months to 12 years of age (protocol). *Cochrane Libr.*, **10**.
66. Moran VH, Stammers AL, Medina MW, Patel S, Dykes F, Souverein OW, Dullemeijer C, Péres-Rodrigo C, Serra-Majem L, Nissensohn M, Lowe N (2012). The Relationship between Zinc Intake and Serum/Plasma Zinc Concentration in Children: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis. *Nutrients*, **4**, 841-858
67. Leão LSCS, Gomes MCR (2008). Manual de nutrição clínica: para atendimento ambulatorial do adulto. 8ª edição. Editora Vozes.
68. WEFORT, V.R.S. "Alimentação na infância: carências e excessos". **Pediatria Moderna**, v.50, n.6, p.243-253, 2014.
69. Subramanyam G, Vijaya J (1997). "Trace Elements in Cardiovascular Disease." *S V Medical College*, 15–66.
70. Singh RB, Niaz MA, Rastogi SS, Bajaj S, Gaoli Z, Shoumin Z (1998). Current zinc intake and risk of diabetes and coronary artery disease and factors associated with insulin resistance in rural and urban populations of North India. *J Am Coll Nutr*, **17**, 564–70.
71. Duk-Hee Lee, Aaron R Folsom, and David R Jacobs Jr (2005). Iron, zinc, and alcohol consumption and mortality from cardiovascular diseases: the Iowa Women's Health Study1–3. *Am J Clin Nutr*, **81**, 787–91.
72. Hennig B, Meerarani P, Toborek M, McClain CJ (1999). Antioxidant-like properties of zinc in activated endothelial cells. *J Am Coll Nutr*, **18**, 152–8.
73. Bray TM, Bettger WJ (1990). The physiological role of zinc as an antioxidant. *Free Radic Biol Med*, **8**, 281–91.

74. Otto MCO, Alonso A, Lee DH, Delclos GL, Bertoni AG, Jiang R, Lima JA, Symanski E, Jacobs JRDR, Nettleton JÁ (2011). Dietary Intakes of Zinc and Heme Iron from Red Meat, but Not from Other Sources, Are Associated with Greater Risk of Metabolic Syndrome and Cardiovascular Disease. *The Journal of Nutrition*, **142**, 526-533.
75. Garcia-diaz DF, Campion J, Milagro FI, Paternain L, Solomon A, Martinez JÁ (2009). Ascorbic acid oral treatment modifies lipolytic response and behavioural activity but not glucocorticoid metabolism in cafeteria diet-fed rats. *Acta Physiologica*, **195**, 449–457.
76. Ozkanlar S, Akcay F (2012). Antioxidant vitamins in atherosclerosis—ANIMAL experiments and clinical studies. **Advances in Clinical and Experimental Medicine**, **21**, 115–123.
77. Garcia OP, Ronquillo D, Caamano Mdel C, Camacho M, Long KZ, Rosado JL (2012). Zinc, vitamin A, and vitamin C status are associated with leptin concentrations and obesity in Mexican women: Results from a cross-sectional study. *Nutrition & Metabolism*, **9**, 59.
78. McGill HCJR, McMahan CA (2003). Starting earlier to prevent heart disease. *JAMA*, **290**, 2320-2.
79. McMahan CA, Gidding SS, Malcom GT, Tracy RE, Strong JP, McGill HCJR (2006). Pathobiological determinants of atherosclerosis in youth risk scores are associated with early and advanced atherosclerosis. *Pediatrics*, **118**, 1447-55.
80. McCrindle BW, Urbina EM, Dennison BA, Jacobson MS, Steinberger J, Rocchini AP (2007). American Heart Association Atherosclerosis, Hypertension, and Obesity in Youth Committee; American Heart Association Council of Cardiovascular Disease in the Young; American Heart Association Council on Cardiovascular Nursing. Drug therapy of high-risk lipid abnormalities in children and adolescents: a scientific statement from the American Heart Association Atherosclerosis, Hypertension, and Obesity in Youth Committee, Council of Cardiovascular Disease in the Young, with the Council on Cardiovascular Nursing. *Circulation*, **115**, 1948-67.
81. Beattie JH, Kwun I-S (2004). Is zinc deficiency a risk factor for atherosclerosis? *British Journal of Nutrition*, **91**, 2, 177–81.
82. Belay B, Belamarich PF, Tom-Revzon C (2007). The use of statins in pediatrics: knowledge base, limitations, and future directions. *Pediatrics*, **119**, 370-80.
83. Beattie JH, Kwun IS (2004). Is zinc deficiency a risk factor for atherosclerosis? *Br J Nutr.*, **91**, 2, 177–81.
84. Chen MD, Song YM, Lin PY (2000). Zinc may be a mediator of leptin production in humans. *Life Science*, **66**, 22, 2143:9.
85. Bao B, Prasad AS, Beck FW, Fitzgerald JT, Snell D (2010). Zinc decreases C-reactive protein, lipid peroxidation, and inflammatory cytokines in elderly subjects: a potential implication of zinc as an atheroprotective agent. *Am J Clin Nutr.*, **91**, 1634–1641.

Tabela 1. Distribuição média/mediana das variáveis antropométricas, de composição corporal, dietéticas, bioquímicas e clínicas de crianças segundo o sexo. Viçosa, MG, 2015.

Variáveis	Meninos		Meninas		Valor de p
	Média/Mediana	DP/IIQ	Média/Mediana	DP/IIQ	
Altura (cm)	136,46	7,05	135,15	7,58	0,209
IMC (Kg/m ²)†	16,44	(15,23-18,72)	16,55	(14,82-19,76)	0,973
PC (cm)†	58,00	(54,80-64,75)	57,00	(52,90-66,70)	0,218
RCE (cm)†	0,43	(0,40-0,47)	0,43	(0,40-0,48)	0,641
%GC†	14,20	(8,60-25,85)	21,30	(13,40-31,25)	<0,001*
%GAN†	9,50	(6,00-22,50)	18,15	(8,65-28,05)	<0,001*
Zinco dietético (µg/dia)	6,76	4,43	7,29	7,61	0,828
Zinco sérico (µg/dL)†	96,00	(86,90-105,75)	93,15	(83,07-104,20)	0,021*
CT (mg/dL)	152,97	26,52	153,06	29,60	0,891
LDL-c (mg/dL)	86,40	23,42	89,26	25,99	0,193
HDL-c (mg/dL) †	51,00	(44,00-58,00)	47,50	(42,00-54,00)	0,015*
TG (mg/dL)†	66,00	(52,50-87,50)	75,50	(57,00-95,75)	0,075
CT/HDL-c†	2,90	(2,60-3,30)	3,10	(2,70-3,60)	0,012*
TG/HDL-c†	1,30	(1,00-1,80)	1,70	(1,10-2,30)	0,011*
Apo A (mg/dL)	133,70	23,58	127,64	19,65	0,017*
Apo B (md/dL)	79,05	22,03	83,40	21,33	0,070
Apo B/Apo A†	0,56	(0,49-0,71)	0,65	(0,53-0,76)	0,003*
Glicose (mg/dL)†	86,00	(82,00-91,00)	83,00	(79,00-89,00)	<0,001*
Insulina (µUI/mL)†	4,00	(3,00-6,20)	4,80	(3,42-7,50)	0,015*
HOMA-IR†	0,86	(0,60-1,37)	0,99	(0,68-1,58)	0,067
Ácido úrico (mg/dL)	3,20	0,80	3,35	0,87	0,054
Leptina (ng/mL)†	1,70	(0,20-4,52)	3,00	(0,45-10,25)	0,003*
HOMO (µmol/L)†	5,26	(4,18-6,63)	5,14	(4,16-6,25)	0,617

Tabela 1. Continuação

PAS (mmHg)	103,11	8,27	102,37	9,15	0,487
PAD (mmHg)	59,89	5,97	61,14	7,28	0,181

DP: desvio padrão; IIQ: intervalo interquartil; IMC: índice de massa corporal; PC: perímetro da cintura; RCE: relação cintura/estatura; %GC: percentual de gordura corporal; %GAN: percentual de gordura corporal androide; HOMA-IR: Modelo de avaliação da Homeostase – resistência à insulina; TG: triglicerídeos; CT: colesterol total; LDL-c: lipoproteína de baixa densidade de colesterol; HDL-c: lipoproteína de alta densidade de colesterol; Apo A: apolipoproteína A; Apo B: apolipoproteína B; PCR-US: proteína C reativa ultra-sensível; HOMO: Homocisteína; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica.

†Variáveis não-paramétricas (mediana e intervalo interquartil). Teste de Mann Whitney
Variáveis paramétricas (média e desvio padrão). Teste T de Student.

*Significância estatística ($p < 0,05$).

Tabela 2. Correlações entre a concentração sérica de zinco com as variáveis antropométricas, de composição corporal, dietéticas, bioquímicas e clínicas em crianças. Viçosa, MG, 2015.

Variáveis	Zinco sérico (µg/dL)			
	Meninos		Meninas	
	r	Valor de P	r	Valor de P
Altura (cm)	-0,145	0,052	-0,025	0,729
IMC (Kg/m ²)†	-0,102	0,175	-0,023	0,753
PC (cm) †	-0,116	0,120	-0,010	0,889
RCE†	-0,066	0,378	-0,002	0,979
GC (%)†	-0,130	0,081	0,012	0,863
%GAN†	-0,137	0,066	-0,014	0,842
Zinco dietético (µg/d)	-0,049	0,517	-0,019	0,797
CT (mg/dl)	-0,020	0,794	0,196	0,006*
LDL-c (mg/dl)†	-0,097	0,197	0,123	0,088
HDL-c (mg/dl) †	0,063	0,400	0,143	0,048*
TG (mg/dl)†	-0,040	0,591	0,089	0,219
Apo A (mg/dL)	0,053	0,479	0,113	0,118
Apo B (mg/dL)	-0,066	0,470	0,189	0,019*
Glicose (mg/dL)	-0,023	0,762	0,073	0,314
Insulina (µUI/ml)†	-0,168	0,025*	-0,044	0,543
HOMA-IR†	-0,167	0,025*	-0,053	0,467
Ácido úrico (mg/dL)	-0,018	0,815	0,022	0,757
Leptina (ng/mL)†	-0,150	0,047*	0,061	0,407
HOMO (µmol/L)†	0,029	0,756	0,069	0,396
PCR-US (mg/dL)†	0,025	0,746	-0,019	0,796
PAS (mmHg)	-0,089	0,232	0,033	0,652
PAD (mmHg)	0,044	0,562	0,022	0,757

r: Coeficiente de correlação; IMC: índice de massa corporal; PC: perímetro da cintura; RCE: relação cintura/estatura; %GC: percentual de gordura corporal; %GAN: percentual de gordura corporal androide; HOMA-IR: Modelo de avaliação da Homeostase – resistência à insulina; TG: triglicerídeos; CT: colesterol total; LDL-c: lipoproteína de baixa densidade de colesterol; HDL-c: lipoproteína de alta densidade de colesterol; Apo A: apolipoproteína A; Apo B: apolipoproteína B; PCR-US: proteína C reativa ultra-sensível; HOMO: Homocisteína; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica.

†Variáveis não-paramétricas. Correlação de Spearman.

Variáveis paramétricas. Correlação de Pearson.

Tabela 3. Distribuição da concentração sérica de zinco em relação às variáveis antropométricas, dietéticas, bioquímicas e clínicas em crianças. Viçosa, MG, 2015.

Variáveis	n (%)	Zinco sérico ($\mu\text{g/dL}$)	Valor de P
		Média (DP)	
Excesso de peso			
Não	254 (67,2)	97,4 (16,5)	0,290
Sim	124 (32,8)	94,5 (13,3)	
PC (cm)			
< Percentil 90	266 (70,4)	96,0 (16,1)	0,114
\geq Percentil 90	112 (29,6)	93,3 (12,8)	
RCE			
$\leq 0,5$	312 (82,5)	97,0 (16,0)	0,474
$> 0,5$	66 (17,5)	94,2 (13,3)	
GC (%)			
Adequado	218 (58,0)	97,3 (16,8)	0,661
Aumentado	158 (42,0)	95,2 (13,7)	
GAN (%)			
1° e 2° tercil	255 (67,5)	96,5 (16,1)	0,027*
3° tercil	123 (32,5)	92,7 (13,1)	
CT (mg/dL)			
<150	183 (48,7)	95,0 (15,5)	0,012*
≥ 150	193 (51,3)	98,1 (15,7)	
HDL-c (mg/dL)			
≥ 45	264 (70,2)	97,7 (15,1)	0,265
<45	112 (29,8)	94,1 (16,5)	
LDL-c (mg/dL)			
<100	272 (72,3)	95,8 (15,7)	0,269
≥ 100	104 (27,7)	93,9 (14,0)	
TG (mg/dL)			
<100	309 (82,2)	96,5 (15,8)	0,734
≥ 100	67 (17,8)	96,2 (15,0)	
CT/HDL-c			
<Percentil 90	334 (88,6)	95,4 (15,1)	0,691
\geq Percentil 90	43 (11,4)	94,4 (16,7)	
TG/HDL-c			
<Percentil 90	339 (88,9)	95,2 (15,3)	0,929
\geq Percentil 90	38 (10,1)	95,5 (14,8)	
Apo A (mg/dL)			
\geq Percentil 90	36 (9,6)	97,2 (14,8)	0,425
<Percentil 90	340 (90,4)	95,0 (15,3)	

Tabela 3. Continuação

Variáveis	n (%)	Zinco sérico (µg/dL)	Valor de P
		Média (DP)	
Apo B (mg/dL)			
<Percentil 90	247 (65,3)	94,0 (15,4)	0,494
≥Percentil 90	31 (8,2)	95,3 (11,5)	
Apo B/Apo A			
<Percentil 90	247 (89,8)	93,5 (14,9)	0,009*
≥Percentil 90	28 (10,2)	101,2 (13,4)	
Glicose (mg/dL)			
<100	368 (97,9)	96,1 (15,4)	0,008*
≥100	8 (2,1)	117,1 (14,7)	
HOMA-IR			
<Percentil 90	337 (90,1)	95,9 (15,3)	0,011*
≥Percentil 90	37 (9,9)	89,2 (13,8)	
Ácido úrico (mg/dL)			
< Percentil 90	335 (89,1)	95,3 (15,7)	0,890
≥Percentil 90	41 (10,9)	94,9 (11,6)	
Leptina (ng/mL)			
<Percentil 90	342 (90,5)	95,6 (15,6)	0,240
≥Percentil 90	36 (9,5)	92,4 (11,4)	
Homocisteína (µmol/L)			
< Percentil 90	249 (90,2)	94,3(14,2)	0,748
≥Percentil 90	27 (9,8)	95,2 (20,3)	
PCR-US (mg/dL)			
< Percentil 90	328 (89,6)	95,1 (15,1)	0,585
≥Percentil 90	38 (10,4)	96,5 (17,5)	
PA (mmHg)			
< Percentil 90	352 (93,4)	96,5 (15,7)	0,834
≥Percentil 90	25 (6,6)	96,8 (15,4)	

EAR: Necessidade Média Estimada; %GC: percentual de gordura corporal; %GAN: gordura corporal androide; PC: perímetro da cintura; RCE: relação cintura/estatura; CT: colesterol total; LDL-c: lipoproteína de baixa densidade de colesterol; HDL-c: lipoproteína de alta densidade de colesterol; TG: triglicerídeos; Apo A: apolipoproteína A; Apo B: apolipoproteína B; HOMA-IR: Modelo de avaliação da Homeostase – resistência à insulina PCR-US: proteína C reativa ultrasensível; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica. Teste T de Student. *Significância estatística (p<0,05).

Tabela 4. Distribuição de variáveis antropométricas, de composição corporal, dietéticas, bioquímicas e clínicas de acordo com o tercil de concentração sérica de zinco em crianças. Viçosa, MG, 2015.

Variáveis	Zinco sérico ($\mu\text{g/dL}$)						Valor de P
	1º tercil		2º tercil		3º tercil		
	Média/ Mediana	DP/ IIQ	Média/ Mediana	DP/ IIQ	Média/ Mediana	DP/IIQ	
Altura (cm)†	135,7	(130,5-141,2)	134,9	(130,8-141,0)	135,0	(129,3-140,0)	0,198
IMC (Kg/m^2)†	16,7	(15,0-19,8)	16,6	(15,1-19,4)	16,2	(15,1-18,8)	0,403
PC (cm) †	57,5	(53,1-67,0)	58,1	(53,2-66,6)	57,0	(54,0-65,0)	0,599
RCE†	0,4	(0,4-0,5)	0,4	(0,4-0,5)	0,4	(0,4-0,5)	0,852
%GC†	24,0	(15,0-34,7)	23,0	(17,5-32,9)	22,5	(15,0-31,7)	0,179
%GAN†	17,0	(7,0-27,0)	16,0	(8,1-26,0)	14,0	(6,0-27,2)	0,138
Zinco dietético ($\mu\text{g/d}$)	6,6	4,5	7,7	9,4	6,7	5,3	0,312
CT (mg/dL)†	145,0	(130,0-170,0)	153,0	(130,0-173,0)	155,0	(140,0-169,0)	0,077
LDL-c (mg/dL)	85,0	(72,0-103,0)	86,0	(67,0-105,0)	84,0	(73,0-99,0)	0,933
HDL-c (mg/dL) †	47,0	(42,0-55,0)	48,0	(44,0-59,0)	51,0	(42,0-58,0)	0,074
CT/HDL-c†	3,1	(2,8-3,5)	3,1	(2,7-3,5)	2,9	(2,6-3,5)	0,304
TG/HDL-c†	1,7	(1,0-2,0)	1,4	(1,1-1,9)	1,4	(1,0-2,1)	0,420
TG (mg/dL)†	74,0	(54,0-90,0)	68,0	(56,0-92,0)	73,0	(57,0-94,0)	0,967
Apo A (mg/dL)	128,6	21,1	130,0	21,8	132,7	22,1	0,111
Apo B (md/dL)	79,6	18,5	81,6	23,0	83,6	23,6	0,438
Apo B/Apo A†	0,6	(0,5-0,7)	0,6	(0,5-0,7)	0,6	(0,5-0,8)	0,904
Glicose (mg/dL)†	84,0	(81,0-90,0)	84,0	(80,0-88,0)	85,0	(80,0-91,0)	0,746
Insulina ($\mu\text{UI/mL}$)†	4,7	(3,4-7,0)	4,8	(3,4-7,1)	4,0	(3,0-6,0)	0,085

Tabela 4. Continuação

HOMA-IR†	0,9	(0,7-1,5)	1,0	(0,6-1,5)	0,8	(0,6-1,3)	0,089
Ácido úrico (mg/dL)†	3,3	(2,7-3,7)	3,2	(2,7-3,9)	3,2	(2,6-3,7)	0,628
Leptina (ng/mL)†	2,0	(0,2-7,6)	2,9	(1,0-11,0)	2,5	(0,5-8,6)	0,237
Homocisteína (µmol/L)†	5,2	(4,3-6,6)	5,2	(4,0-6,2)	5,2	(4,1-6,9)	0,723
PCR-US (mg/dL)†	0,0	(0,0-0,9)	0,0	(0,0-0,6)	0,0	(0,0-0,8)	0,838
PAS (mmHg)	102,2	8,4	103,5	9,2	102,3	8,7	0,859
PAD (mmHg)	59,7	6,3	61,3	7,2	60,8	6,6	0,561

DP: desvio padrão; IIQ: intervalo interquartil; IMC: índice de massa corporal; PC: perímetro da cintura; RCE: relação cintura/estatura; %GAN: percentual de gordura corporal androide; %GC: percentual de gordura corporal; HOMA-IR: Modelo de avaliação da Homeostase – resistência à insulina; TG: triglicerídeos; CT: colesterol total; LDL-c: lipoproteína de baixa densidade de colesterol; HDL-c: lipoproteína de alta densidade de colesterol; PCR-US: Proteína C Reativa Ultra Sensível; Apo A: apolipoproteína A; Apo B: apolipoproteína B; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica.

†Variáveis não-paramétricas (mediana e intervalo interquartil). Teste de Kruskal Wallis.

Variáveis paramétricas (média e desvio padrão). Teste ANOVA.

*Significância estatística ($p < 0,05$).

Tabela 5. Distribuição de variáveis antropométricas, de composição corporal, bioquímicas e clínicas de acordo com o tercil de ingestão de zinco em crianças. Viçosa, MG, 2015.

Variáveis	Ingestão de zinco ($\mu\text{g}/\text{dia}$)						Valor de P
	1º tercil		2º tercil		3º tercil		
	Média/ Mediana	DP/IIQ	Média/ Mediana a	DP/IIQ	Média/ Mediana	DP/IIQ	
Idade (anos)†	9,0	(8,0-9,0)	9,0	(8,0-9,0)	8,0	(8,0-9,0)	0,802
Altura (cm)	135,2	8,3	135,8	7,2	136,0	6,4	0,262
IMC (Kg/m^2)†	16,3	(15,0-19,9)	16,4	(14,8-19,0)	16,5	(15,4-18,9)	0,423
PC (cm) †	57,5	(53,5-66,6)	57,5	(53,0-66,1)	57,5	(53,8-65,5)	0,546
RCE†	0,4	(0,4-0,5)	0,4	(0,4-0,5)	0,4	(0,4-0,5)	0,349
%GC†	22,8	(16,1-35,0)	23,8	(14,9-33,2)	22,9	(17,5-32,1)	0,635
%GAN†	15,4	(6,5-28,8)	16,1	(7,5-26,5)	16,0	(6,6-24,5)	0,574
CT (mg/dL)	153,3	28,9	153,5	28,7	152,1	26,8	0,974
LDL-c (mg/dL)†	82,5	(68,0-103,0)	88,5	(72,0-103,5)	85,0	(73,0-102,5)	0,308
HDL-c (mg/dL) †	46,0	(42,0-55,0)	49,5	(42,0-57,0)	51,0	(44,0-59,0)	0,073
TG (mg/dL)†	74,0 ^{ab}	(57,8-98,2)	83,0 ^a	(58,0-102,0)	64,0 ^b	(50,5-83,5)	0,014 *
CT/HDL-c†	3,2	(2,6-3,3)	3,0	(2,7-3,5)	3,0	(2,8-3,6)	0,146
TG/HDL-c†	1,7 ^{ab}	(1,0-1,7)	1,6 ^a	(1,2-2,3)	1,3 ^b	(1,1-2,1)	0,012 *
Apo A (mg/dL)†	125,0	(120,5-146,0)	131,5	(113,-0-146,2)	133,0	(114,0-137,5)	0,162
Apo B (md/dL)†	80,0	(65,5-96,5)	80,5	(62,7-94,2)	76,0	(69,5-97,0)	0,352
Apo B/Apo A†	0,6	(0,5-0,7)	0,6	(0,5-0,7)	0,6	(0,5-0,8)	0,074
Glicose (mg/dL)†	83,0	(77,0-90,0)	85,0	(82,0-88,0)	84,0	(80,0-89,0)	0,470
Insulina ($\mu\text{UI}/\text{mL}$)	4,1	(3,0-6,9)	4,6	(3,0-6,8)	4,7	(3,0-6,9)	0,922

Tabela 5. Continuação

HOMA-IR†	0,9	(0,6-1,3)	0,9	(0,7-1,4)	0,9	(0,6-1,4)	0,818
Ácido úrico (mg/dL)†	3,2	(2,7-3,8)	3,2	(2,6-3,7)	3,1	(2,7-3,9)	0,900
Leptina (ng/mL)†	2,5	(1,0-9,6)	1,6	(0,1-7,7)	3,0	(0,9-12,1)	0,083
HOMO (µmol/L)†	5,5	(4,2-7,0)	5,0	(4,3-6,6)	4,9	(4,0-5,7)	0,086
PCR-US (mg/dL)†	0,0	(0,0-1,6)	0,0	(0,0-1,1)	0,0	(0,0-0,4)	0,286
Zinco sérico (µg/dL)	92,5	15,9	94,7	14,2	94,8	14,5	0,727
PAS (mmHg)†	103,2	(95,8-107,7)	102,5	(95,7-108,2)	102,3	(97,0-109,6)	0,525
PAD (mmHg)†	60,5	(55,7-66,3)	60,8	(55,4-64,6)	60,0	(56,6-63,8)	0,609

DP: desvio padrão; IIQ: intervalo interquartil; IMC: índice de massa corporal; PC: perímetro da cintura; RCE: relação cintura/estatura; %GAN: percentual de gordura corporal androide; %GC: percentual de gordura corporal; HOMA-IR: Modelo de avaliação da Homeostase – resistência à insulina; TG: triglicerídeos; CT: colesterol total; LDL-c: lipoproteína de baixa densidade de colesterol; HDL-c: lipoproteína de alta densidade de colesterol; HOMO: homocisteína; PCR-US: Proteína C Reativa Ultra Sensível; Apo A: apolipoproteína A; Apo B: apolipoproteína B; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica.

†Variáveis não-paramétricas (mediana e intervalo interquartil). Teste de Kruskal Wallis.

Variáveis paramétricas (média e desvio padrão). Teste ANOVA.

*Significância estatística (p<0,05).

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística.

Tabela 6. Regressão de Poisson bivariada e multivariada entre o menor tercil de concentração sérica de zinco com alterações cardiometabólicas em crianças. Viçosa, MG, 2015.

Variáveis dependentes	Zinco sérico(µg/dL) – 1º tercil			Valor de p
	1º tercil (%)	RP Bruta (IC95%)	RP Ajustada (IC95%)	
Excesso de peso Escore Z do IMC/I >1	34,4	1,15 (0,85-1,55)	1,12 (0,83-1,52)	0,446
GC (%) Risco	52,8	1,09 (0,88-1,34)	1,05 (0,85-1,29)	0,664
GAN (%) 3º tercil	31,2	1,37 (1,03-1,83)	1,30 (0,98-1,72)	0,074
PC (cm) > Percentil 90	24,8	1,17 (1,85-1,61)	1,14 (0,83-1,58)	0,418
CT (mg/dL) ≥150	52,0	0,78 (0,62-0,98)	0,77 (0,61-0,96)	0,022*
HDL-c (mg/dL) < 45	26,4	1,23 (0,90-1,69)	1,23 (0,89-1,69)	0,213
LDL-c (mg/dL) ≥100	32,3	1,00 (0,70-1,42)	0,98 (0,68-1,40)	0,901
TG (mg/dL) ≥100	19,2	0,94 (0,59-1,51)	0,90 (0,55-1,47)	0,673
CT/HDL-c ≥Percentil 90	14,5	1,50 (0,85-2,67)	1,46 (0,81-2,63)	0,209
TG/HDL-c ≥Percentil 90	9,7	0,96 (0,50-1,85)	0,94 (0,47-1,91)	0,876
Apo B ≥Percentil 90	6,4	0,65 (0,30-1,40)	0,61 (0,28-1,34)	0,219
Apo A <Percentil 90	93,6	1,05 (0,99-1,12)	1,04 (0,98-1,11)	0,163
Apo B/Apo A ≥Percentil 90	6,3	0,51 (0,21-1,22)	0,48 (0,20-1,13)	0,093
Insulina ≥15	2,4	1,00 (0,25-3,93)	0,95 (0,19-4,68)	0,953
HOMA-IR ≥Percentil 90	15,3	2,11 (1,15-3,88)	1,96 (1,04-3,66)	0,035*

Escore Z IMC/I: escore Z do índice de Massa Corporal para idade; %GC: percentual de gordura corporal total; %GAN: percentual de gordura corporal androide; PC: perímetro da cintura, CT: colesterol total; LDL-c: lipoproteína de baixa densidade de colesterol; HDL-c: lipoproteína de alta densidade de colesterol; TG: triglicerídeos; Apo A: apolipoproteína A; Apo B: apolipoproteína B; HOMA-IR: Modelo de avaliação da Homeostase – resistência à insulina.

Regressão de Poisson. RP: razão de prevalência; IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

*Significância estatística (p<0,05).

Ajuste por atividade física, sexo, ingestão energética, escolaridade materna e renda per capita em reais.

Referência: 2º e 3º tercís da concentração sérica de zinco (não exposto).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo demonstram uma baixa prevalência de deficiência sérica de zinco, porém alta de inadequação dietética, um dado preocupante uma vez que este nutriente desempenha funções importantes no organismo, sendo essencial para o crescimento e desenvolvimento adequados. Quanto ao estado nutricional e perfil metabólico das crianças, foram observadas altas prevalências de fatores de risco cardiometabólicos, tais como excesso de peso e de gordura corporal, hipercolesterolemia e baixo HDL-c, motivo de preocupação uma vez que estas alterações já observadas na infância podem aumentar o risco de doenças crônicas na vida adulta.

No presente estudo foram verificadas associações significantes entre a concentração sérica de zinco e o colesterol total e a resistência à insulina, importantes fatores cardiometabólicos nas crianças avaliadas. Esses são resultados inéditos na população infantil brasileira e podem embasar ações norteadoras na saúde pública e atuação eficaz dos profissionais de saúde na prevenção e tratamento de alterações decorrentes da “fome oculta”.

Outro achado consiste no fato de que a concentração de triglicérides diminuiu com o aumento do consumo deste mineral, evidenciando a importância em se avaliar a influência da ingestão dietética, principalmente de micronutrientes, nos fatores cardiometabólicos, para o melhor entendimento dos vários aspectos dietéticos envolvidos na gênese de doenças relacionadas à obesidade.

Diante disso, torna-se necessária a implementação de políticas públicas, realização de intervenções nutricionais precoces e atividades de educação alimentar e nutricional com a promoção de hábitos alimentares saudáveis nas escolas e serviços de saúde. A reeducação alimentar deve ser implementada desde cedo, a fim de que o padrão alimentar atual composto em sua maioria por alimentos industrializados, não influencie negativamente a qualidade da alimentação dessas crianças.

Destaca-se também a importância da realização de mais estudos que aprofundem a relação entre os micronutrientes e alterações cardiometabólicas em crianças, em especial o zinco, um elemento fundamental para a função e estrutura de diversas enzimas. Pesquisas futuras devem focar na efetividade da ação dos micronutrientes como forma de prevenção da obesidade e comorbidades associadas.

Este estudo epidemiológico apresenta grande contribuição para o planejamento de ações preventivas que fomentem o desenvolvimento do estilo de vida saudável da população infantil.

7. APÊNDICES

APÊNDICE A – Lista das Escolas do Município de Viçosa-MG, Brasil (2015) que Participaram do estudo.

ESCOLAS	Nº de alunos de 8 e 9 anos
ESCOLAS MUNICIPAIS	
Escola Profº Doutor Januário de Andrade	71
Fontes/Centro Educacional Nanete.	
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 Padre Francisco José da Silva	69
Escola Municipal Coronel Antônio da Silva	48
Bernardes (CASB)	
Escola Municipal Dr. Arthur Bernardes	32
Escola Municipal Dr. Juscelino Kubitschek	15
ESCOLAS ESTADUAIS	
Escola Estadual Effie Rolfs	88
Escola Estadual Alice Loureiro	67
Escola Estadual Santa Rita de Cássia	63
Escola Padre Álvaro Corrêa Borges	72
Escola Estadual Raul de Leoni	35
Escola Estadual Madre Santa Face	137
Escola Estadual José Lourenço de Freitas	57
ESCOLAS PRIVADAS	
Colégio Equipe de Viçosa	80
Centro Educacional Gênese	34
Colégio Anglo	71
Colégio Nossa Senhora do Carmo	116
Centro Educacional Passo a Passo	16
Colégio Coeducar	71
Colégio Ágora	62
TOTAL: 1464 CRIANÇAS	

APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

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 Avaliação do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) como política de segurança alimentar e nutricional em 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 o Programa Nacional de Alimentação Escolar é efetivo na promoção da segurança alimentar e nutricional de crianças matriculadas em escolas urbanas de Viçosa-MG. 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^a. Juliana Farias de Novaes. Departamento de Nutrição e Saúde (DNS)/UFV. Tel: 3899-3735. Email: jnovaes@ufv.br

Prof ^a . Juliana Farias de Novaes	Ana Paula Pereira Castro	Luana Cupertino Milagres
Coordenadora do projeto – DNS/UFV	Doutoranda	Mestranda

Fernanda M. de Albuquerque	Mariana De Santis Filgueiras	Naruna Pereira Rocha
Mestranda	Mestranda	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 site: 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 – Questionário semiestruturado

Pesquisador:	NQUES		
Nome da Escola:	ESCOLA		
Nome do Responsável:	ANO		
Nome Criança:	TURN		
Ano que a criança se encontra: _____ (Ano) Turma: _____ Turno: (1) M (2) T	DATNAS		
Data de Nascimento: ____/____/____ Idade da criança: ____ (anos)	IDADE		
Sexo (1) M (2) F	SEXCRI		
Data entrevista: ____/____/____	DATENT		
Telefone: _____ Cel: _____	TEL:		
Endereço do responsável:	CEL:		
ESTAÇÃO DO ANO			
01. Estação do ano na data da entrevista: (1) Inverno (2) Primavera (3) Verão (4) Outono	EST		
DADOS EDUCAÇÃO FÍSICA NA ESCOLA (DIRETORA)			
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		
DADOS DA CRIANÇA			
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		
Caso a resposta da questão 07 seja o código ZERO (0) colocar o código 8888 (NSA) nas questões 08 a 11.			
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		
DADOS COM OS PAIS DA CRIANÇA			
CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS, DEMOGRÁFICAS E SANITÁRIAS			
17. Qual a cor da criança? (1) Branca (2) Parda/mulata/morena (3) Negra	COR		

(4) Amarela/oriental (japonesa, chinesa, coreana) (5) Indígena (77) NI		
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	CMOR A	
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	ANOS M	
	ESCM	
22. Quantos anos o pai/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	ANOSP	
	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	
	VALOR A	
28. Cesta de Alimentos: (0) Sim (1) Não (8888) NSA Valor: _____	PROGB	
	VALOR B	
29. Programa de Erradicação do Trabalho Infantil (PETI): (0) Sim (1) Não (8888) NSA Valor: _____	PROGC	
	VALOR C	
30. Assistência a Pessoas Idosas e Deficientes (BPC): (0) Sim (1) Não (8888) NSA Valor: _____	PROGD	
	VALOR D	
31. Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF): (0) Sim (1) Não (8888) NSA Valor: _____	PROGE	
	VALOR E	
32. Auxílio Desemprego: (0) Sim (1) Não (8888) NSA Valor: _____	PROGF	
	VALOR F	
33. Auxílio Maternidade: (0) Sim (1) Não (8888) NSA Valor: _____	PROGG	
	VALOR G	

34. Outro: _____ (0) Sim (1) Não (8888) NSA Valor: _____	PROGH	
	VALOR H	
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? _____	NPES	
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) Coadada 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	
HISTÓRIA FAMILIAR E DE SAÚDE		
45. O pai/responsável da criança tem ou teve alguma destas doenças?	INFP	
Infarto (0) Não (1) Sim (77) NI/NSA	DIAP	
Diabetes (0) Não (1) Sim (77) NI/NSA	HASP	
HAS (0) Não (1) Sim (77) NI/NSA	CAP	
Câncer (0) Não (1) Sim (77) NI/NSA	AVCP	
Derrame/A VC (0) Não (1) Sim (77) NI/NSA	DISP	
Dislipidemia (0) Não (1) Sim (77) NI/NSA		
46. A mãe/responsável da criança tem ou teve alguma destas doenças?	INFM	
Infarto (0) Não (1) Sim (77) NI/NSA	DIAM	
Diabetes (0) Não (1) Sim (77) NI/NSA	HASM	
HAS (0) Não (1) Sim (77) NI/NSA	CAM	
Câncer (0) Não (1) Sim (77) NI/NSA	AVCM	
Derrame/A VC (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 (n° cigarros/dia): _____ CASO A RESPOSTA SEJA NÃO → COLOCAR O CÓDIGO (8888) NSA NA BARRA QUACM	MFUM A	
	QUAC M	
48. O pai/responsável fuma? (0) Não (1) Sim (77) NI Quantidade (n° cigarros/dia): _____ CASO A RESPOSTA SEJA NÃO → COLOCAR O CÓDIGO (8888) NSA NA BARRA QUACP	PFUMA	
	QUACP	

49. A mãe consome bebida alcoólica? (0) Não (1) Sim (77) NI Quantidade/sema (L): _____ CASO A RESPOSTA SEJA NÃO → COLOCAR O CÓDIGO (8888) NSA NA BARRA QBEM	MBEBE	
	QBEM	
50. O pai consome bebida alcoólica? (0) Não (1) Sim (77) NI Quantidade/sema (L): _____ CASO A RESPOSTA SEJA NÃO → COLOCAR O CÓDIGO (8888) NSA NA BARRA QBEM	PBEBE	
	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	
PERCEPÇÃO ATIVIDADE FÍSICA SEGUNDO OS PAIS		
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 *CASO A RESPOSTA SEJA (1) NÃO, COLOCAR O CÓDIGO (8888) NSA EM DURAÇÃO. 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	
PERCEPÇÃO DA ALIMENTAÇÃO DA CRIANÇA PELOS PAIS		
65. Você tem o conhecimento da alimentação que é servida na escola do para a criança? (0) Sim (1) Não (77) NI (*Caso a resposta seja NÃO, colocar o código (8888) NSA nas questões 66 e 67)	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?_ POR QUÊ MANDA LANCHE? _____	LANC	
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 (*Caso a resposta seja NÃO, colocar o código (8888) NSA na questão 74.	CAE	
74. Você participa do CAE? (0) Sim (1) Não (3) Pertence ao CAE, mas não desenvolve atividades.	PARTI	

RECORDATÓRIO 24 HORAS			NQ			
			UES			
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		
ANTROPOMETRIA E PRESSÃO ARTERIAL		
PESQUISADOR(A):	NQUES:	
NOME DA ESCOLA:	ESCOLA:	
NOME CRIANÇA:	ANO:	
NOME DA MÃE/ RESPONSÁVEL:		
Altura 1: _____ cm	ALTU	
Peso 1: _____ Kg	PES	
IMC: _____ Kg/m ²	IMC	
Perímetro da Cintura Ponto Médio: _____ cm	PCPM	
Pressão Sistólica: 1ª Med: _____ 2ª Med: _____ 3ª Med: _____ Média: _____	PAS	
Pressão Diastólica: 1ª Med: _____ 2ª Med: _____ 3ª Med: _____ Média: _____	PAD	
EXAMES BIOQUÍMICOS		
DATA COLETA:	DATA	
Glicemia (mg/dL):	GLIC	
Insulina (µUI/mL):	INSU	
Colesterol total (mg/dL):	CT	
HDL-colesterol (mg/dL):	HDL	
LDL-colesterol (mg/dL):	LDL	
Triglicerídeos (mg/dL):	TG	
Ácido úrico (mg/dL):	AU	

Leptina (ng/mL):	LEP	
Homocisteína (μmol/L):	HOMO	
PCR-US (mg/dL):	PCR	
Apolipoproteína A (mg/dL):	APOA	
Apolipoproteína B (mg/dL):	APOB	
Zinco sérico (μg/dL):	ZIN	

8.ANEXOS



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
VIÇOSA - UFV



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) como política de segurança alimentar e nutricional em Viçosa-MG

Pesquisador: Juliana Farias de Novaes

Área Temática: Versão: 1

CAAE: 33393314.2.0000.5153

Instituição Proponente: Departamento de Nutrição e Saúde

Patrocinador Principal: CNPQ

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 778.653

Data da Relatoria: 25/08/2014

Apresentação do Projeto:

O presente projeto encontra-se acompanhado da documentação exigida pela Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar se o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) é efetivo na promoção da segurança alimentar e nutricional de crianças matriculadas em escolas urbanas de Viçosa-MG.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Risco: poderá ocorrer desconforto ou incômodo na coleta de sangue e na aferição das medidas antropométricas durante a avaliação nutricional. Como medida preventiva a coleta de sangue será realizada por enfermeiros previamente treinados, com materiais descartáveis, sem risco de contaminação. A avaliação nutricional será realizada em salas agradáveis e com privacidade para minimizar possíveis constrangimentos.

Benefícios: todos os participantes terão direito a orientações nutricionais individuais para melhoria dos hábitos alimentares e do estado nutricional.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de um estudo transversal que será realizado com crianças de 6 a 10 anos matriculadas em escolas municipais urbanas de Viçosa/ MG. Para investigar os aspectos nutricionais da merenda escolar serão avaliados o número de refeições por aluno, número de alunos por

nutricionista, número de refeições por merendeira, número de escolas com infraestrutura para preparação das refeições e com refeitório, adequação nutricional do cardápio, adesão e satisfação com o consumo da merenda pelas crianças e seus pais.

para avaliar o desenvolvimento local gerado pelo PNAE, o gestor local será investigado sobre a procedência dos alimentos da agricultura familiar.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Estão presentes o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido a ser assinado pelos pais e a autorização da Secretaria Municipal de Educação para realização do estudo. Entretanto, falta o Termo de Assentimento a ser assinado pelas crianças que participarão do estudo.

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

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 7ª reunião de 2014, realizada nos dias 25 e 29 de agosto de 2014.

VICOSA, 04 de Setembro de 2014

**Assinado por: Neuza Maria da Silva
(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