

ELMA IZZE DA SILVA MAGALHÃES

**RELAÇÃO DA INGESTÃO DE MACRO E MICRONUTRIENTES COM  
FATORES DE RISCO CARDIOVASCULARES EM CRIANÇAS DE VIÇOSA -  
MG**

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  
2014

T

M188r  
2014

Magalhães, Elma Izze da Silva, 1988-  
Relação da ingestão de macro e micronutrientes com fatores de risco cardiovasculares em crianças de Viçosa - MG / Elma Izze da Silva Magalhães. – Viçosa, MG, 2014.  
xvii, 122f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: Juliana Farias de Novaes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Micronutrientes. 2. Nutrição - Necessidades. 3. Coração - Doenças - Fatores de risco. 4. Crianças. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Nutrição e Saúde. Programa de Pós-graduação em Ciência da Nutrição. II. Título.

CDD 22. ed. 613.2

ELMA IZZE DA SILVA MAGALHÃES

**RELAÇÃO DA INGESTÃO DE MACRO E MICRONUTRIENTES COM  
FATORES DE RISCO CARDIOVASCULARES EM CRIANÇAS DE VIÇOSA -  
MG**

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: 19 de novembro de 2014.

  
Rafael Moreira Claro

  
Milene Cristine Pessoa  
(Coorientadora)

  
Juliana Farias de Novaes  
(Orientadora)

*Dedico este trabalho a Deus, a minha mãe Eliete, aos meus irmãos Edione e Êido, aos meus professores e amigos que estiveram ao meu lado durante toda esta caminhada.*

*“Que o teu alimento seja o teu remédio e que o teu remédio  
seja o teu alimento.” (Hipócrates)*

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus pela sua fidelidade e amor incondicional e por permitir a realização de mais uma conquista, a Ele toda honra e toda glória!

A minha admirável mãe Eliete, pelo exemplo de força e determinação, e que sempre acreditou em mim. Aos meus amados irmãos Edione e Êido, por todo apoio e por sempre vibrarem com as minhas conquistas. Aos meus queridos avós Antônio e Clarinda, por todo carinho e cuidado. Amo muito vocês!

A todos os meus amigos de longa data e irmãos em Cristo, que me apoiaram desde o início dessa caminhada, obrigada pelo carinho e orações constantes.

As minhas amigas Dani Maia e Carla Fabrícia, que mesmo distantes sempre me apoiaram e torceram por mim. Vocês são muito especiais!

As minhas amigas e companheiras Poli e Carol, por todos os momentos de alegria e dificuldades compartilhadas. Essa jornada não teria sido tão agradável e divertida sem vocês!

A todos os amigos que fiz em Viçosa, obrigada pelo carinho, apoio e torcida.

Aos amigos queridos do grupo de convivência (GC), por todo apoio espiritual, orações e momentos divertidos que me proporcionaram. Sentirei saudades...

A prof<sup>a</sup> Daniela Rocha, pelo exemplo e por despertar em mim o interesse pela pesquisa. Obrigada pela confiança, amizade e por todas as oportunidades e ensinamentos.

As professoras Karine Gomes e Poliana Martins, exemplos de profissionais dedicadas, que tanto me apoiaram durante o processo seletivo.

A prof<sup>a</sup> Luciana Sant'Ana, que me orientou durante grande parte deste trabalho. Obrigada por toda confiança, carinho e orientações.

Não poderia deixar de agradecer e destacar o mérito e comprometimento das discentes da equipe do “projeto”: Angélica Ribeiro, Thanise Souza, Júlia Dourado, Camila Galdino e Laila Soares, que o escreveram e coletaram os dados dos quais este trabalho se originou.

A bolsista de iniciação científica Tatiana Moreira, pela dedicação e auxílio durante o desenvolvimento desta pesquisa.

A Sarah Vieira, por todo carinho, disponibilidade e auxílio prestado durante o desenvolvimento deste trabalho.

A prof<sup>a</sup> Juliana Novaes, por me receber com muito carinho e me orientar com toda paciência, motivação e dedicação durante esta última etapa do mestrado. Obrigada por tudo!

A prof<sup>a</sup> e co-orientadora Milene Pessoa, que contribui grandemente para o desenvolvimento deste trabalho. Obrigada pelo carinho, confiança e todos os ensinamentos.

A prof<sup>a</sup> co-orientadora Sylvia Franceschini, pelo carinho, incentivo, e por todos os ensinamentos e colaboração.

Aos professores do Departamento de Nutrição e Saúde, que contribuíram para minha formação profissional.

Aos funcionários do Departamento de Nutrição e Saúde, em especial a Rita Stampini, sempre disposta a ajudar.

A banca examinadora, pelas valiosas contribuições.

A Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição pela qualidade de ensino e por contribuir para o meu crescimento profissional.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

Ao CNPq pelo financiamento do projeto.

A todas as crianças e seus responsáveis que participaram da pesquisa, sem os quais a realização desse trabalho não seria possível.

Enfim, muito obrigada a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho!



## **BIOGRAFIA**

Elma Izze da Silva Magalhães, filha de Eliete Francisca da Silva e Edvaldo Pereira de Magalhães, nasceu em 01 de setembro de 1988, em Riacho de Santana – Bahia.

Em julho de 2012, graduou-se no curso de Nutrição na Universidade Federal da Bahia - Campus Anísio Teixeira.

Em março de 2013, iniciou o curso de mestrado em Ciência da Nutrição, pela Universidade Federal de Viçosa. Defendeu sua dissertação em novembro de 2014.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS, QUADROS E FIGURAS</b> .....	ix
<b>LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS</b> .....	xii
<b>RESUMO</b> .....	xiv
<b>ABSTRACT</b> .....	xvi
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	3
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	21
3.1 Objetivo Geral .....	21
3.2 Objetivos Específicos .....	21
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	22
4.1 Delineamento do Estudo .....	22
4.2 Cálculo Amostral e Amostragem .....	22
4.3 Coleta de dados .....	23
4.4 Processamento dos Dados e Análises Estatísticas .....	29
4.5 Aspectos Éticos .....	30
4.6 Retorno aos Participantes .....	30
4.7 Referências .....	31
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	34
5.1 Caracterização da Amostra .....	34
5.2 Desenvolvimento dos Artigos Científicos .....	46
5.3 Artigo 1: Ingestão de cálcio e fósforo está associada com o excesso de peso em crianças brasileiras .....	47
5.4 Artigo 2: Elevada ingestão de sódio e baixo consumo de magnésio estão associados com a hipertensão arterial em crianças brasileiras .....	68
5.5 Artigo 3: Ingestão de ferro e vitamina B <sub>6</sub> está associada com a resistência insulínica em crianças brasileiras .....	89
<b>6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	110
<b>7 ANEXOS</b> .....	111

## LISTA DE TABELAS, QUADROS E FIGURAS

### METODOLOGIA

<b>Quadro 1.</b> Valores críticos, em escore-z, para classificação do estado nutricional pelo índice IMC/idade, de crianças de 5 a 10 anos .....	26
<b>Quadro 2.</b> Pontos de corte para avaliação dos parâmetros bioquímicos em crianças .....	27
<b>Quadro 3.</b> Classificação da pressão arterial para crianças e adolescentes .....	28

### RESULTADOS

#### Caracterização da Amostra:

<b>Tabela 1.</b> Distribuição das crianças segundo características socioeconômicas e demográficas. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012 .....	34
<b>Tabela 2.</b> Distribuição das crianças segundo características antropométricas e de composição corporal. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012 .....	35
<b>Tabela 3.</b> Distribuição das crianças segundo características bioquímicas e de pressão arterial. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012 .....	37
<b>Tabela 4.</b> Distribuição da ingestão dietética de macro e micronutrientes das crianças, segundo sexo. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012 .....	38
<b>Tabela 5.</b> Distribuição da ingestão dietética de macro e micronutrientes das crianças, segundo classes econômicas. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012 .....	39
<b>Tabela 6.</b> Distribuição da ingestão dietética de macro e micronutrientes das crianças, segundo tipo de escola. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012 .....	40
<b>Figura 1.</b> Distribuição da ingestão dietética de macronutrientes das crianças de 8 e 9 anos. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012 .....	41
<b>Figura 2.</b> Distribuição da ingestão dietética de gorduras das crianças de 8 e 9 anos. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012 .....	41
<b>Figura 3.</b> Distribuição da ingestão dietética de fibra das crianças de 8 e 9 anos. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012 .....	42
<b>Figura 4.</b> Distribuição da ingestão dietética de vitaminas das crianças de 8 e 9 anos. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012 .....	42
<b>Figura 5.</b> Distribuição da ingestão dietética de minerais das crianças de 8 e 9 anos. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012 .....	43
<b>Figura 6.</b> Distribuição da ingestão dietética de sódio das crianças de 8 e 9 anos. Viçosa, Minas	

Gerais, Brasil, 2012 .....	43
----------------------------	----

### **Artigo 1:**

<b>Tabela 1.</b> Distribuição das crianças segundo características demográficas, socioeconômicas e estado nutricional. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012 .....	63
<b>Tabela 2.</b> Distribuição da ingestão dietética de macro e micronutrientes das crianças. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012 .....	64
<b>Tabela 3.</b> Razão de prevalência bruta do excesso de peso segundo quintis de ingestão de macronutrientes das crianças. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012 .....	65
<b>Tabela 4.</b> Razão de prevalência bruta do excesso de peso segundo quintis de ingestão dietética de micronutrientes das crianças. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012 .....	66
<b>Figura 1.</b> Razão de prevalência (RP) ajustada e intervalo de confiança de 95% (IC 95%) para o excesso de peso nas crianças. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012 .....	67

### **Artigo 2:**

<b>Tabela 1.</b> Distribuição das variáveis antropométricas e de composição corporal das crianças com e sem hipertensão arterial. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012 .....	84
<b>Tabela 2.</b> Distribuição da ingestão dietética de macro e micronutrientes das crianças. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012 .....	85
<b>Tabela 3.</b> Razão de prevalência bruta da hipertensão arterial segundo quintis de ingestão de macronutrientes das crianças. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012 .....	86
<b>Tabela 4.</b> Razão de prevalência bruta da hipertensão arterial segundo quintis de ingestão dietética de micronutrientes das crianças. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012 .....	87
<b>Tabela 5.</b> Razão de prevalência (RP) bruta e ajustada para a hipertensão arterial nas crianças de 8 e 9 anos. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012 .....	88

### **Artigo 3:**

<b>Tabela 1.</b> Distribuição das variáveis antropométricas e de composição corporal das crianças com e sem resistência à insulina. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012 .....	105
<b>Tabela 2.</b> Distribuição da ingestão dietética de macro e micronutrientes das crianças. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012 .....	106
<b>Tabela 3.</b> Razão de prevalência bruta do HOMA-IR aumentado segundo quintis de ingestão de	

macronutrientes das crianças. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012 .....	107
<b>Tabela 4.</b> Razão de prevalência bruta do HOMA-IR aumentado segundo quintis de ingestão dietética de micronutrientes das crianças. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012 .....	108
<b>Figura 1.</b> Razão de prevalência (RP) ajustada e intervalo de confiança de 95% (IC 95%) para o HOMA-IR aumentado nas crianças. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012. *HOMA-IR: <i>Homeostasis Model Assessment - Insulin Resistance</i> .....	109

## LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

ABEP	Associação Brasileira de Empresas de Pesquisas
AI	<i>Adequate Intake - AI</i>
AMDR	<i>Acceptable Macronutrient Distribution Ranges</i>
cm	Centímetro
DCV	Doenças Cardiovasculares
DEXA	<i>Dual Energy X-ray Absorptiometry</i>
DRI	<i>Dietary Reference Intakes</i>
EAR	<i>Estimated Average Requirement</i>
g	Gramma
HAS	Hipertensão Arterial Sistêmica
HDL	<i>High Density Lipoprotein</i>
HMG-CoA redutase	3-Hidroxi-3-Metilglutaril Coenzima A Redutase
HOMA-IR	<i>Homeostasis Model Assessment - Insulin Resistance</i>
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Peróxido de Hidrogênio
IC95%	Intervalo de Confiança de 95%
IIQ	Intervalo Interquartilico
IL-6	Interleucina-6
IMC	Índice de Massa Corporal
INCAP	<i>Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá</i>
IOM	<i>Institute of Medicine</i>
kcal	Quilocalorias
kg	Quilogramas
Lc	Verossimilhança do Modelo Completo
LCAT	Lecitina de Aciltransferase
LDL	<i>Low Density Lipoprotein</i>
Lr	Verossimilhança do Modelo Reduzido
m	Metro
MG	Minas Gerais
mg/dL	Miligrama por Decilitro
mmol/L	Milimole por Litro
mU/mL	Miliunidades por Mililitro

n	Amostra
NHANES III	<i>Third National Health and Nutrition Examination Survey</i>
NO	Óxido Nítrico
OMS	Organização Mundial da Saúde
p	Nível de significância estatística (probabilidade)
PC	Perímetro da Cintura
PET-Saúde	Programa de Educação pelo Trabalho para a Saúde
PLP	Piridoxal 5' - Fosfato
PNAE	Programa Nacional de Alimentação Escolar
POF	Pesquisa de Orçamentos Familiares
PP	Perímetro do pescoço
PPGCN	Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição
PTH	Hormônio da Paratireóide
R <sup>2</sup>	Coeficiente de Determinação
RCE	Relação cintura/estatura
RP	Razão de Prevalência
TNF-alfa	Fator de Necrose Tumoral-alfa
UFV	Universidade Federal de Viçosa
UL	<i>Tolerable Upper Intake Level</i>
VLDL	<i>Very Low Density Lipoprotein</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>
%	Percentual
[Ca <sup>2+</sup> ] <sub>i</sub>	Concentração Intracelular de Cálcio
[Mg <sup>2+</sup> ] <sub>i</sub>	Concentração Intracelular de Magnésio
25(OH)D	25-Diidroxi-Vitamina D

## RESUMO

MAGALHÃES, Elma Izze da Silva. M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2014. **Relação da Ingestão de Macro e Micronutrientes com Fatores de Risco Cardiovasculares em Crianças de Viçosa - MG.** Orientadora: Juliana Farias de Novaes. Coorientadoras: Milene Cristine Pessoa e Sylvia do Carmo Castro Franceschini.

As doenças cardiovasculares (DCV) estão entre as principais causas de morte no mundo, tornando-se um problema de saúde pública. A ingestão dietética desempenha papel fundamental na prevenção e controle dos fatores de risco cardiovasculares, sendo que a obesidade infantil está associada a um estilo de vida sedentário e uma alimentação inadequada. A maioria dos trabalhos que avaliaram a relação entre a ingestão dietética e o desenvolvimento de fatores de risco cardiovasculares está focada em macronutrientes, enquanto que estudos com micronutrientes são escassos na população infantil. Neste contexto, este estudo objetivou avaliar a associação entre a ingestão dietética de macro e micronutrientes e fatores de risco cardiovasculares em crianças de 8 e 9 anos de Viçosa, Minas Gerais. Trata-se de um estudo transversal realizado com uma amostra probabilística de crianças matriculadas em todas as escolas do município. Os dados foram coletados em dois momentos. No primeiro encontro realizou-se aferição das medidas antropométricas (peso, estatura e perímetro da cintura), avaliação da composição corporal e coleta de sangue para os exames bioquímicos. Além disso, aplicou-se um questionário para coleta de informações socioeconômicas e demográficas e solicitou-se o preenchimento de três registros alimentares em dias não consecutivos, incluindo um final de semana. No segundo encontro, aferiu-se a pressão arterial da criança e recolheram-se os registros alimentares preenchidos. A regressão de Poisson com variâncias robustas foi realizada para estimar a associação entre a ingestão de macro e micronutrientes e os fatores de risco cardiovasculares. Foram avaliadas 347 crianças, sendo a maioria do sexo feminino (59,1%), residente na zona urbana (91,1%) e de escolas públicas (77,8%). Quanto às características socioeconômicas, mais da metade das crianças pertenciam às classes C e D/E (67,2%); a maioria das mães (60,9%) tinham idade entre 31 e 40 anos, 52,8% tinham o ensino fundamental completo e cerca de 66% trabalhavam. Em relação ao estado nutricional, destaca-se que 32% das crianças apresentaram excesso de peso e 4,3% baixo peso. A mediana do perímetro da cintura foi de 59,5 cm, sendo a obesidade central verificada em 10,7% das crianças. A média de



gordura corporal foi de 22,9%, sendo que 10,4% dos indivíduos apresentaram adiposidade corporal excessiva. A hiperglicemia e hiperinsulinemia foram verificadas em 4,9 e 4,1% das crianças, respectivamente, e a prevalência de HOMA-IR (*Homeostasis Model Assessment - Insulin Resistance*) aumentado foi de 12,2%. Quanto à prevalência de dislipidemias, observou-se que mais da metade das crianças (55,9%) apresentavam hipercolesterolemia, sendo a mediana de colesterol total 177,1 mg/dL. Além disso, 6,38% e 23,77% apresentaram triglicérides elevados e HDL baixo, respectivamente. A hipertensão arterial sistêmica foi verificada em 3,8% das crianças avaliadas. Em relação a ingestão dietética, observou-se maior mediana de consumo entre os meninos ( $p = 0,038$ ), além de maiores médias de consumo de gordura saturada nas crianças das classes econômicas mais altas ( $p = 0,026$ ) e de escolas privadas ( $p = 0,001$ ). Verificou-se uma maior mediana de ingestão de magnésio entre as crianças de escola pública ( $p = 0,034$ ). Quanto à adequação da ingestão dietética, 69,2% das crianças apresentaram um consumo de gordura saturada acima do recomendado e 89,3% apresentaram uma ingestão de fibra abaixo das recomendações. Verificou-se um elevado percentual de consumo de cálcio (96,3%) e potássio (98%) abaixo do recomendado. O consumo de sódio acima do limite máximo tolerável foi verificado em 15,9% das crianças avaliadas. Nas análises de regressão de Poisson, após ajuste por fatores de confusão observou-se uma associação entre o menor consumo de cálcio (RP: 1,41; IC95%: 1,01-1,96) e maior ingestão de fósforo (RP: 1,43; IC95%: 1,03-2,00) e o excesso de peso nas crianças; uma maior prevalência de hipertensão arterial nas crianças com ingestão de sódio no maior quintil (RP: 3,04; IC95%: 1,04-8,85) e naquelas com consumo de magnésio no menor quintil (RP: 2,98; IC95%: 1,02-8,68); bem como uma maior prevalência de HOMA-IR aumentado em crianças no menor quintil de consumo de vitamina B<sub>6</sub> (RP: 2,15; IC95%: 1,20-3,85) e ferro (RP: 1,95; IC95%: 1,07-3,54). Os resultados deste estudo evidenciam a importância de se avaliar a influência da ingestão dietética de micronutrientes sobre os fatores de risco cardiovasculares, para o esclarecimento e confirmação dos vários aspectos da dieta envolvidos na gênese das DCV.

## ABSTRACT

MAGALHÃES, Elma Izze da Silva. M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, November, 2014. **Relation of Macro and Micronutrients Intake with Cardiovascular Risk Factors in Children of Viçosa - MG.** Advisor: Juliana Farias de Novaes. Co-advisors: Milene Cristine Pessoa and Sylvia do Carmo Castro Franceschini.

Cardiovascular disease (CVD) is among the most causes of death worldwide, making it a public health problem. Dietary intake has a key role in the prevention and control of these risk factors, and childhood obesity is associated with a sedentary life and inadequate diet. Most of the work evaluating the relationship between dietary intake and the development of risk factors for CVD is focused on macronutrients, while micronutrients studies with micronutrients are scarce in the pediatric population. In this context, this study aimed to evaluate the association between dietary intake of macro and micronutrients and cardiovascular risk factors in children between 8 and 9 years old in the city of Viçosa, Minas Gerais. It is a cross-sectional study, conducted with a random sample of children enrolled in all schools in the city of Viçosa. The data were collected at two moments. First, it was performed anthropometric measurements (weight, height and waist circumference), body composition assessment and blood collection for biochemical tests. Moreover, we applied a questionnaire to collect socioeconomic and demographic information and it was requested three food records on non-consecutive days including a weekend. In the second moment, the blood pressure of children was checked and it was collected the complete food records. Poisson regression with robust variance was performed to estimate the association between intake of macro and micronutrients and cardiovascular risk factors. It was evaluated 347 children, mostly female (59.1%), from the urban area (91.1%) and public schools (77.8%). Regarding socio-economic characteristics, more than half of the children belonged to classes C and D / E (67.2%); the majority of mothers (60.9%) were between 31 and 40 years old, 52.8% had high school degree and about 66% of them were employed. Regarding nutritional status, it was observed that 32% of the children were overweight or obese and 4.3% underweight. The waist circumference median was 59.5 cm, and central obesity was detected in 10.7% of children. The mean body fat was 22.9%, and 10.4% of individuals had excessive body fat. The Hyperglycemia and hyperinsulinemia were detected in 4.9 and 4.1% of children, respectively, and the prevalence of high HOMA-IR level (Homeostasis Model Assessment - Insulin

Resistance) was 12.2%. Regarding the prevalence of dyslipidemia, it was observed that over half of children (55.9%) had hypercholesterolemia, with a total cholesterol median of 177.1 mg/dL. In addition, 6.38% and 23.77% had high triglycerides and low HDL, respectively. The hypertension was observed in 3.8% of the children. Regarding dietary intake, it was observed a higher consumption median among boys ( $p = 0.038$ ); as well as higher intake mean of saturated fat was observed in the upper-class children ( $p = 0.026$ ) and private schools ( $p = 0.001$ ). It was observed a higher intake median of magnesium among public school children ( $p = 0.034$ ). Regarding the adequacy of dietary intake, 69.2% of children had an intake of saturated fat above the recommended and 89.3% had a fiber intake below recommendations. There was a high percentage of calcium (96.3%) and potassium (98%) intake below recommended. The sodium intake above the maximum tolerable limit was observed in 15.9% of the children. In the Poisson regression analysis, after adjustment for confounding factors, there was an association among the lower calcium intake (PR: 1.41; 95%CI: 1.01-1.96), higher phosphorus intake (PR: 1.43; 95%CI: 1.03-2.00) and overweight and obesity in children; a higher prevalence of hypertension in children with sodium intake in the highest quintile (PR: 3.04; 95%CI: 1.04-8.85) and in those with magnesium intake in the lowest quintile (PR: 2.98; 95%CI: 1.02-8.68); as well as a higher prevalence of increased HOMA-IR among children in the lowest quintile of intake of vitamin B<sub>6</sub> (PR: 2.15; 95%CI: 1.20-3.85) and iron (PR: 1.95; 95%CI: 1.07-3.54). The results of this study demonstrated the importance of evaluating the influence of dietary intake of micronutrients in the cardiovascular risk factors, for the elucidation and confirmation of various aspects of diet involved in the genesis of CVD.

## 1 INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares (DCV) são atualmente a principal causa de morte no mundo, tanto em países desenvolvidos como naqueles em desenvolvimento (WHO, 2011). A obesidade e as dislipidemias são os principais fatores de risco para as DCV, os quais podem se iniciar precocemente (WILLIAMS *et al.*, 2002). Entretanto, as alterações do perfil lipídico, com início na infância, ocorrem silenciosamente, sendo a lesão aterosclerótica somente diagnosticada na idade adulta (FREEDMAN *et al.*, 2001; BERENSON, 2002; LI *et al.*, 2003).

A ingestão dietética exerce papel fundamental tanto na prevenção como no controle dos fatores de risco cardiometabólicos (STEEMBURGO *et al.*, 2007; SANTOS *et al.*, 2008). A obesidade infantil, o mais importante fator de risco conhecido para as DCV na vida adulta, apresenta crescente prevalência, associada às mudanças no estilo de vida, principalmente o sedentarismo e alimentação inadequada (NICHOLSON, 2000; WILLIAMS *et al.*, 2002).

Por outro lado, alguns estudos têm sugerido que, interessantemente, a prevalência de obesidade está aumentando mais rapidamente em algumas regiões do mundo onde as deficiências de micronutrientes são também mais prevalentes (MONTEIRO; CONDE; POPKIN, 2003; MONTEIRO *et al.*, 2004), o que sugere que estes, de alguma forma, também podem estar contribuindo para o aumento das taxas de obesidade e suas comorbidades nos indivíduos destas comunidades (GARCIA; LONG; ROSADO, 2009).

Ao contrário dos macronutrientes, que têm sido amplamente investigados, os efeitos potenciais dos micronutrientes no desenvolvimento de alterações cardiometabólicas ainda têm recebido atenção limitada e os estudos no país são particularmente escassos na faixa etária pediátrica (HASHEMIPOUR *et al.*, 2009).

Diante do exposto, considerando as evidências sobre os possíveis efeitos dos micronutrientes os fatores de risco cardiovasculares e a escassez de estudos no país, particularmente em crianças, torna-se essencial a realização de estudos que avaliem a influência de diferentes fatores dietéticos, não apenas de macronutrientes, para o esclarecimento de vários aspectos da dieta relacionados ao desenvolvimento de DCV, visando estabelecimento de intervenções precoces.

### 1.1 Referências

BERENSON, G. S. Childhood risk factors predict adult risk associated with subclinical cardiovascular disease: the Bogalusa Heart Study. **The American Journal of Cardiology**, v. 90, n. 10, p. L3-L7, 2002.

FREEDMAN, D. S.; KHAN, L. K.; DIETZ, W. H.; SRINIVASAN, S. R.; BERENSON, G. S. Relationship of childhood obesity to coronary heart disease risk factors in adulthood: the Bogalusa Heart Study. **Pediatrics**, v. 108, n. 3, p. 712-718, 2001.

GARCIA, O. P.; LONG, K. Z.; ROSADO, J. L. Impact of micronutrient deficiencies on obesity. **Nutrition Reviews**, v. 67, n. 10, p. 559-572, 2009.

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

LI, S.; Chen, W.; SRINIVASAN, S. R.; BOND, M. G.; TANG, R., URBINA; E. M., BERENSON, G. S. Childhood cardiovascular risk factors and carotid vascular changes in adulthood: the Bogalusa Heart Study. **Jama**, v. 290, n. 17, p. 2271-2276, 2003.

MONTEIRO, C. A.; CONDE, W. L.; POPKIN, B. M. Income-specific trends in obesity in Brazil: 1975–2003. **American Journal of Public Health**, v. 97, n. 10, p. 1808, 2007.

MONTEIRO, C. A.; MOURA, E. C.; CONDE, W. L.; POPKIN, B. M. Socioeconomic status and obesity in adult populations of developing countries: a review. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 82, n. 12, p. 940-946, 2004.

NICHOLSON, S. O. The effect of cardiovascular health promotion on health behaviors in elementary school children: an integrative review. **Journal of Pediatric Nursing**, v. 15, n. 6, p. 343-355, 2000.

SANTOS, M. G.; PEGORARO, M.; SANDRINI, F.; MACUCO, E. C. Fatores de risco no desenvolvimento da aterosclerose na infância e adolescência. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 90, n. 4, p. 301-308, 2008.

STEEMBURGO, T.; DALL ALBA, V.; GROSS, J. L.; AZEVEDO, M. J. D. Fatores dietéticos e síndrome metabólica. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**. Vol. 51, n. 9, p. 1425-1433, 2007.

WILLIAMS, C. L.; HAYMAN, L. L.; DANIELS, S. R.; ROBINSON, T. N.; STEINBERGER, J.; PARIDON, S.; BAZZARRE, T. Cardiovascular Health in Childhood A Statement for Health Professionals From the Committee on Atherosclerosis, Hypertension, and Obesity in the Young (AHOY) of the Council on Cardiovascular Disease in the Young, American Heart Association. **Circulation**, v. 106, n. 1, p. 143-160, 2002.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. The Top 10 Causes of Death. Fact sheet N° 310. Geneva: World Health Organization; 2011.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A ingestão dietética desempenha um papel essencial na gênese dos fatores de risco cardiovasculares. Em relação aos macronutrientes, o consumo excessivo de carboidratos e lipídios (especialmente os carboidratos refinados e gorduras saturadas), aumenta o risco para o desenvolvimento das alterações cardiovasculares, sendo essa associação já bem estabelecida na literatura (SANTOS *et al.*, 2008a; SIRI-TARINO *et al.*, 2010; AGOSTONI *et al.*, 2011; VAN DEN HOOVEN *et al.*, 2013).

A ingestão aumentada de gordura, bem como o baixo consumo de fibras tem sido significativamente relacionada com o aumento do peso corporal e gordura corporal em estudos com grandes grupos de crianças (WARDLE *et al.*, 2001; MCGLOIN *et al.*, 2002; JOHNSON *et al.*, 2008).

Em estudo de intervenção dietética em crianças, a ingestão de gordura foi positivamente associada com a pressão arterial sistólica e diastólica (SIMONS-MORTON *et al.*, 1997). Mais recentemente, um estudo prospectivo em crianças e adolescentes com idades entre 7 meses e 15 anos mostrou que naqueles que receberam aconselhamento de baixa gordura saturada durante toda a infância, os níveis de pressão arterial diastólica e sistólica foram 1 mmHg mais baixos do que em crianças do grupo controle (NIINIKOSKI *et al.*, 2009).

Van Den Hooven e colaboradores (2013), em seu estudo, encontraram uma associação entre a elevada ingestão de gordura e carboidratos e presença de alterações na estrutura e função cardíaca nas crianças avaliadas.

O desenvolvimento de diversos fatores de risco cardiovasculares está associado ao estresse oxidativo, o qual é caracterizado pelo desequilíbrio entre os mecanismos de formação e inativação de radicais livres. Deficiências de micronutrientes antioxidantes podem comprometer o estado oxidativo do indivíduo e, assim, aumentar o risco de comorbidades associadas à obesidade, como doenças cardíacas e resistência à insulina. Deste modo, uma ingestão dietética adequada desses nutrientes torna-se fundamental em pacientes com SM (FERNANDES *et al.*, 2007; GARCIA; LONG; ROSADO, 2009).

A vitamina A é um micronutriente antioxidante bastante estudado devido à sua propriedade de auxiliar na prevenção das doenças crônicas não transmissíveis. A redução no risco de doenças cardiovasculares por meio do aumento da ingestão de substâncias como o retinol e o betacaroteno, que possuem ação antiaterogênica, ocorre

não só através de mecanismos ligados à oxidação da lipoproteína de baixa densidade (LDL), mas também pelo aumento da lipoproteína de alta densidade (HDL) e inibição da proliferação de células musculares lisas (FREI, 1995).

Além disso, sugere-se que a vitamina A desempenha um importante papel na regulação da composição corporal e peso corpóreo, reduzindo a adiposidade através de vários mecanismos (FERNANDES *et al.*, 2007; GARCIA; LONG; ROSADO, 2009). O ácido retinóico (RA) pode inibir a adipogênese durante a fase inicial da diferenciação dos adipócitos, bem como pode aumentar a apoptose de células de gordura. O RA também regula a produção de proteínas bioativas secretadas por adipócitos, incluindo leptina e resistina, que são importantes para regulação da ingestão alimentar, gasto energético e composição corporal (GARCIA; LONG; ROSADO, 2009).

A vitamina E (alfa-tocoferol), por sua vez, é um dos mais importantes antioxidantes não enzimáticos lipofílicos presente também nas membranas celulares. Este micronutriente atua principalmente contra a peroxidação lipídica, removendo o radical peroxil (OZATA *et al.*, 2002).

O ácido ascórbico (vitamina C), o mais versátil e efetivo antioxidante dietético hidrossolúvel, pode doar prontamente elétrons a serem sequestrados por várias espécies oxidantes e radicais livres reativos, retornando facilmente a seu estado reduzido através de doadores de elétrons como a glutatona. Esse micronutriente sequestra com eficácia os radicais hidroxila, peroxila e superóxidos, além de espécies reativas de peróxidos, oxigênio *singlet* e hipocloritos, protegendo também, o organismo contra a peroxidação lipídica (BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006).

Dentre os minerais, o selênio é essencial para a atividade da enzima glutatona peroxidase que combate as modificações oxidativas dos lipídios e reduz a agregação plaquetária. Na deficiência desse micronutriente, há um acúmulo de hidroperóxidos, o que inibe a enzima prostaciclina sintetase, responsável pela produção das prostaciclina vasodilatadoras pelo endotélio e pelo estímulo à produção de tromboxanos, associados à vasoconstrição e à agregação plaquetária (SINGH; DEVARAJ; JIALAL, 2005).

Alguns estudos têm abordado a relação entre a deposição de gordura e antioxidantes, incluindo a vitamina E, vitamina C, betacaroteno e selênio, sendo observadas concentrações sanguíneas mais baixas destes micronutrientes em pacientes obesos de diferentes faixas etárias, em comparação com os indivíduos com índice de massa corporal (IMC) normal (GARCIA; LONG; ROSADO, 2009). Em estudos na população infantil, concentrações baixas de vitaminas antioxidantes e reduzida

capacidade antioxidante tem sido comumente encontradas em crianças obesas (DECSI; MOLNAR; KOLETZKO, 1996; KLJNO *et al.*, 1998; STRAUSS, 1999; MOLNAR; DECSI; KOLETZKO, 2004; MOHN *et al.*, 2005).

Em crianças obesas, a inflamação subclínica está muitas vezes presente e correlaciona-se com a síndrome metabólica. Fatores dietéticos, como os ácidos graxos e micronutrientes antioxidantes, modulam potencialmente a associação entre adiposidade e inflamação subclínica. Em um estudo transversal, com crianças suíças de 6 a 14 anos de peso normal (n=33), sobrepeso (n=19) e obesos (n=27), foram verificadas elevadas concentrações de marcadores inflamatórios, sendo a ingestão de gordura total e vitaminas antioxidantes determinantes da inflamação subclínica nesta faixa etária (AEBERLI *et al.*, 2006).

O efeito dos antioxidantes sobre a regulação de bioenergia pode ser outro mecanismo subjacente à associação entre deficiências desses micronutrientes, adiposidade e comorbidades (GARCIA; LONG; ROSADO, 2009). O consumo de vitamina C, vitamina E e betacaroteno foram indicadores negativos significativos das concentrações de leptina em crianças suíças com excesso de peso (AEBERLI *et al.*, 2006). Níveis deficientes destes antioxidantes podem alterar a expressão de leptina, levando ao desenvolvimento de resistência à leptina. Altas concentrações de leptina no sangue podem, por sua vez, aumentar o risco de obesidade e suas comorbidades (GARCIA; LONG; ROSADO, 2009).

O cobre também destaca-se como um mineral que atua nas defesas antioxidantes, uma vez que é essencial para a realização de funções metabólicas de enzimas cobre-dependentes, como citocromo oxidase, superóxido dismutase citosólica, lisil oxidase, tirosinase, ceruloplasmina e dopamina beta-hidroxilase. Estas enzimas catalisam reações fisiológicas relacionadas à fosforilação oxidativa, inativação de radicais livres, biossíntese de colágeno, coagulação sanguínea, metabolismo de ferro e síntese de catecolaminas (PEDROSA; COZZOLINO, 1999). A literatura tem sugerido que deficiências marginais deste elemento podem contribuir para o desenvolvimento e progressão de diversos estados patológicos, incluindo diabetes e doença cardiovascular (URIU-ADAMS; KEEN, 2005).

Quanto às vitaminas do complexo B, a literatura indica que pode haver uma relação destas com a obesidade e outros fatores de risco cardiovasculares. No entanto, os mecanismos subjacentes à associação entre essas vitaminas e adiposidade ainda não foram elucidados (GARCIA; LONG; ROSADO, 2009).



Diversos estudos demonstraram que adultos com sobrepeso e obesos têm baixas concentrações sanguíneas de tiamina, vitamina B<sub>6</sub>, vitamina B<sub>12</sub> e ácido fólico (PINHAS-HAMIEL *et al.*, 2003; TUNGTRONGCHITR *et al.*, 2003; MOJTABAI, 2004; PATRINI; GRIZIOTTI; RICCIARDI, 2004; CARRODEGUAS *et al.*, 2005; HIRSCH *et al.*, 2005; THAWNASHOM *et al.*, 2005; AASHEIM *et al.*, 2008; LIN *et al.*, 2008; MAHABIR *et al.*, 2008). Na população pediátrica, por sua vez, apenas um estudo observou baixas concentrações de vitamina B<sub>12</sub> entre crianças e adolescentes obesos quando comparados com indivíduos de peso normal (PINHAS-HAMIEL *et al.*, 2003). Dois estudos relataram que crianças e mulheres com sobrepeso e obesidade tinham baixa ingestão de niacina e ácido fólico (HASSAPIDOU *et al.*, 2006; ORTEGA *et al.*, 2006).

A vitamina D é outro micronutriente que tem sido bastante estudado. Trata-se de um hormônio esteróide essencial para a homeostase do cálcio e manutenção da saúde óssea, que é sintetizado naturalmente pela pele após exposição à radiação ultravioleta e tem a 25-diidroxi-vitamina D - 25(OH)D - como indicador do estado nutricional e metabólito mais abundante na circulação (LEÃO; SANTOS, 2012).

Baixas concentrações séricas de 25 (OH)D e elevado nível do hormônio da paratireóide (PTH) foram observados em crianças e adultos obesos (PETERLIK *et al.*, 2009; SCHUCH; GARCIA; MARTINI, 2009). Além disso, indivíduos com hipovitaminose D parecem apresentar um maior risco de resistência à insulina e síndrome metabólica, em virtude de disfunção das células beta-pancreáticas e maior ocorrência de diabetes *mellitus* tipo 2 (SNIJDER *et al.*, 2005).

Acredita-se que a insuficiência de vitamina D seja um dos fatores que desencadeiam o acúmulo de gordura corporal. Esse mecanismo está relacionado ao depósito de vitamina D nos adipócitos, diminuindo a sua biodisponibilidade e provocando uma cascata de reações pelo hipotálamo que resultam no aumento da sensação de fome e diminuição do gasto energético. Tal situação também gera aumento nos níveis de PTH, diminuição da sensibilidade à insulina e aumento desproporcional na concentração de cálcio intracelular (LEÃO; SANTOS, 2012).

A literatura tem sugerido ainda, a existência de relação entre a deficiência de zinco e obesidade, adiposidade central e inflamação. Estudos epidemiológicos têm demonstrado que a baixa ingestão e concentração sérica de zinco estão associadas com o aumento da prevalência da obesidade e suas comorbidades, como doenças cardíacas e diabetes (GARCIA; LONG; ROSADO, 2009).

O zinco, um elemento essencial e componente de muitas enzimas, está envolvido na síntese, armazenamento e liberação de insulina (HASHEMIPOUR *et al.*, 2009). Este mineral participa da estimulação da atividade do receptor de insulina tirosina quinase que, posteriormente, por meio do estímulo pós-receptor, parece aumentar a translocação dos transportadores de glicose dos seus sítios intracelulares para a membrana plasmática. Considerando esse fato, estudos têm demonstrado que as concentrações de zinco no plasma, eritrócitos e soro de indivíduos obesos estão diminuídas, e que a suplementação pode reduzir a resistência à insulina (FERNANDES *et al.*, 2007; LEÃO; SANTOS, 2012).

Em um ensaio clínico randomizado, triplo cego e controlado por placebo, realizado com 60 crianças iranianas obesas pré-púberes, os pesquisadores verificaram que suplementação diária com 20mg de zinco elementar foi eficaz na redução da resistência à insulina. Além disso, as crianças suplementadas apresentaram mudanças significativas favoráveis no IMC e alguns fatores de risco cardiometabólicos, enquanto que os valores correspondentes não melhoraram no grupo placebo (HASHEMIPOUR *et al.*, 2009).

O *status* de zinco tem sido associado com a composição corporal de crianças em países em desenvolvimento (GOLDEN; GOLDEN, 1981; BATES *et al.*, 1993; CAVAN *et al.*, 1993; FERGUSON *et al.*, 1993). Num estudo realizado na Guatemala, Cavan e colaboradores (1993) relataram que as crianças com deficiência de zinco estavam mais obesas do que as crianças com *status* de zinco adequado, concluindo que o excesso de gordura corporal entre crianças deficientes em zinco pode levar a um maior risco de obesidade na idade adulta (GARCIA; LONG; ROSADO, 2009).

Existem relatos na literatura que tem demonstrado uma maior prevalência de deficiência de ferro em pessoas que apresentavam sobrepeso ou obesidade quando comparado à crianças e adultos com peso normal (MOAYERI *et al.*, 2006; MENZIE *et al.*, 2008). Uma associação entre a redução das concentrações de ferro sérico e obesidade foi relatada pela primeira vez em adolescentes no início dos anos 1960 (WENZEL; STULTS; MAYER, 1962; SELTZER; MAYER, 1963). Posteriormente, pesquisas confirmaram essa associação em crianças e adultos (PINHAS-HAMIEL *et al.*, 2003; NEAD *et al.*, 2004; CHAMBERS *et al.*, 2006; LECUBE *et al.*, 2006; MOAYERI *et al.*, 2006).

Pinhas-Hamiel *et al.* (2003), em um estudo transversal, observaram que a baixa concentração de ferro sérica e anemia por deficiência de ferro foram mais comuns em crianças e adolescentes obesos do que entre as crianças com peso normal. Uma análise

dos dados do *Third National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES III), também mostrou que as crianças que estavam com sobrepeso ou em risco de sobrepeso tinham duas vezes mais a probabilidade de serem deficientes em ferro (NEAD *et al.*, 2004).

As baixas concentrações férricas no sangue de indivíduos obesos podem ser decorrentes da baixa ingestão e baixa biodisponibilidade de ferro (GARCIA; LONG; ROSADO, 2009). A hepcidina, que regula a homeostase de ferro por inibir a absorção de ferro pelos enterócitos e sequestro de ferro por macrófagos, pode ser o mecanismo que liga a obesidade e a deficiência de ferro. A inflamação crônica encontrada em indivíduos obesos resulta num aumento dos níveis de citocinas pró-inflamatórias como a interleucina-6 (IL-6) e fator de necrose tumoral-alfa (TNF-alfa), que, por sua vez, aumentam a expressão de hepcidina (MCCLUNG; KARL, 2009).

Também tem sido demonstrado que a ingestão de cromo abaixo do ideal é um fator importante que contribui para o desenvolvimento de diabetes *mellitus* tipo 2 e doenças cardiovasculares, uma vez que tem efeitos benéficos sobre a obesidade e resistência à insulina (TASCILAR *et al.*, 2011). Por outro lado, Wang e Cefalu (2010) relatam que um efeito benéfico consistente significativo deste micronutriente não pode ser observado.

Outro mineral que é importante destacar é o sódio, um nutriente essencial para manutenção de várias funções fisiológicas do organismo tais como a transmissão nervosa, contração muscular, manutenção da pressão arterial, equilíbrio de fluidos e equilíbrio ácido básico (FRANCO; OPARIL, 2006). Contudo, um consumo excessivo está associado a efeitos prejudiciais à saúde (HE; MACGREGOR, 2009).

O excesso de ingestão de sódio e alterações na manipulação do mineral levando à sua retenção são conceitos fisiopatológicos básicos da hipertensão arterial sistêmica (HAS). A insulina apresenta um efeito antinatriurético, estimulando a reabsorção renal de sódio. Este efeito é claramente mantido e, talvez aumentado, em indivíduos com resistência à insulina, representando um papel importante no desenvolvimento da HAS e, provavelmente, da sensibilidade ao sal nestas circunstâncias (SARAFIDIS; BAKRIS, 2007).

O efeito hipertensor do consumo elevado de sódio já se faz presente na infância e, tanto as crianças eutróficas como as com excesso de peso estão expostas aos alimentos com alto teor de sódio (WILSON *et al.*, 1998). Num estudo transversal, envolvendo 81 escolares matriculados na 2ª série do ensino fundamental em escolas públicas e privadas

do município de Barra do Ribeiro (RS), os pesquisadores observaram que quanto maior o consumo de sal e alimentos ricos em sódio, maiores os níveis de pressão arterial sistólica, constatando-se, assim, a sua influência sobre a pressão arterial no grupo estudado (COSTA; MACHADO, 2010).

Em contrapartida, o potássio, é um nutriente auxiliar no controle do peso e redução do consumo de sódio para a prevenção da HAS. A alta ingestão de potássio parece exercer ação preventiva contra a hipertensão, ser eficaz no seu tratamento e estar associada a menor prevalência dessa enfermidade (BRANDÃO *et al.*, 2002).

O efeito anti-hipertensivo do potássio deve-se ao fato de que este mineral induz há uma perda aumentada de água e sódio pelo corpo, realiza a supressão da secreção de renina e angiotensina, aumenta a secreção de prostaglandina, reduz a resistência vascular periférica pela dilatação arteriolar direta, além de diminuir o tônus adrenérgico e estimular a atividade da bomba de sódio-potássio (TOMAZONI; SIVIERO, 2009).

O manganês é um nutriente essencial em mamíferos, e um componente essencial da enzima superóxido dismutase mitocondrial, elemento chave da defesa celular antioxidante. Além disso, é um componente não essencial de metaloenzimas envolvidas no metabolismo da ureia e carboidrato, incluindo a piruvato carboxilase, fosfoenolpiruvato carboxiquinase e arginase (BHANOT; THOMPSON; MCNEILL, 1994).

Em pacientes com diabetes tipo 2 tem se observado um teor médio de manganês sérico reduzido pela metade quando comparado a indivíduos não diabéticos (KOSENKO, 1964). A resposta hiperglicêmica à suplementação de manganês, por sua vez, tem sido relatada em estudos com animais (RUBENSTEIN; LEVIN; ELLIOTT, 1962), no entanto, estudos em humanos não têm corroborado estes resultados iniciais (WALTER; AOKI; KEEN, 1991).

Ao longo da última década, evidências têm indicado que uma dieta rica em cálcio pode ajudar a controlar o peso corporal, além de mostrar efeitos benéficos sobre outros fatores de risco cardiovasculares, tais como a resistência à insulina, dislipidemia e hipertensão (TORRES; SANJULIANI, 2012).

A relação do cálcio com a obesidade tem sido verificada em pesquisas com a população infantil. Em um estudo longitudinal com 53 crianças brancas, uma maior ingestão de cálcio e porções de produtos lácteos foi associada a uma menor gordura corporal (CARRUTH; SKINNER, 2001). Em outro estudo, com 52 crianças acompanhadas dos 6 aos 8 anos de idade, Skinner *et al.* (2003) observaram que o

consumo de cálcio foi um preditor negativo de gordura corporal, e ressaltaram a importância de aumentar cálcio da dieta com foco nos alimentos ricos em cálcio com baixo teor de gordura.

Num estudo transversal realizado com 3044 crianças portuguesas de 7 a 9 anos, encontrou-se uma associação inversa entre a ingestão de cálcio e o IMC apenas em indivíduos do sexo feminino (MOREIRA *et al.*, 2005). Samadi e colaboradores (2012), em um estudo caso-controle com crianças do sexo feminino de 8 a 10 anos, encontraram evidências sugerindo uma associação inversa entre ingestão de cálcio e índice de massa de gordura [gordura corporal (kg) / estatura (m)<sup>2</sup>] após o controle para possíveis fatores de confusão.

Os mecanismos subjacentes a possível associação entre ingestão de cálcio e/ou produtos lácteos e obesidade ainda não estão completamente elucidados. Entretanto, estudos sugerem que podem estar relacionados ao efeito desse nutriente sobre o metabolismo da gordura nos adipócitos, excreção fecal de gordura e regulação do apetite (TORRES; SANJULIANI, 2012).

A associação entre a baixa ingestão de cálcio e/ou produtos lácteos e o aumento da prevalência de diabetes tipo 2 e/ou resistência à insulina é relativamente consistente (TORRES; SANJULIANI, 2012), porém, não há relatos sobre essa associação em crianças. Em um estudo transversal com 96 adolescentes pós-púberes, Santos *et al.* (2008), encontraram uma associação negativa entre a ingestão de cálcio e gordura corporal e resistência à insulina, principalmente em meninas obesas.

As bases bioquímicas pelas quais o cálcio modula a resistência à insulina também não estão estabelecidas. Contudo, existem evidências de que um aumento na concentração intracelular de cálcio -  $[Ca^{2+}]_i$  - em adipócitos e outras células alvo da insulina, induzido por uma dieta pobre em cálcio, pode resultar na resistência à insulina através da fosforilação do transportador de glicose tipo 4 (GLUT-4) e outros substratos sensíveis à insulina, tornando a captação de glicose mediada pela insulina menos eficiente (TORRES; SANJULIANI, 2012).

No tocante aos efeitos do cálcio sobre os perfis lipídicos ainda existem controvérsias. Alguns estudos utilizando o cálcio dietético ou suplementar observaram reduções significativas no colesterol total e lipoproteína de baixa densidade (LDL) ou aumento da lipoproteína de alta densidade (HDL) (DITSCHIED; KELLER; JAHREIS, 2005; MAJOR *et al.*, 2007; LORENZEN; ASTRUP, 2011) enquanto outros estudos não encontraram tais benefícios (RAJPATHAK *et al.*, 2010; REID *et al.*, 2010).

Um mecanismo que pode explicar os efeitos do cálcio nos perfis lipídicos é a saponificação de ácidos graxos livres pelo cálcio no intestino, a qual implica numa redução da absorção dos lipídios. A menor absorção de ácidos graxos, especialmente os saturados, pode reduzir os níveis de colesterol sérico por diminuir a produção de lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL) e através do aumento da captação do LDL pelo fígado. Além disso, o cálcio também pode ligar-se a ácidos biliares, aumentando a excreção fecal e favorecendo assim a conversão do colesterol em ácidos biliares (TORRES; SANJULIANI, 2012).

Não há estudos relatando especificamente esses efeitos do cálcio no perfil lipídico de crianças. Porém, os resultados do estudo de Dixon *et al.* (2005) mostraram uma relação complexa entre a ingestão de cálcio e alimentos lácteos, medidas de obesidade, idade e colesterol sérico em crianças de 4 a 10 anos de idade hipercolesterolêmicas e não hipercolesterolêmicas.

Uma associação inversa entre o cálcio e/ou ingestão de produtos lácteos e a pressão arterial tem sido relatada em estudos epidemiológicos, mostrando tipicamente que a ingestão reduzida de cálcio está associada com a pressão arterial mais elevada e/ou um aumento do risco de desenvolvimento de hipertensão (TORRES; SANJULIANI, 2012).

O estudo de coorte realizado por Gillman *et al.* (1992), com 89 crianças de 3 a 6 anos, mostrou uma relação inversa entre o cálcio dietético e a pressão arterial sistólica. Gillman e colaboradores (2005), em um ensaio clínico randomizado, duplo-cego e controlado por placebo, avaliaram os efeitos da suplementação de cálcio sobre a pressão arterial em crianças, sugerindo um efeito de redução da pressão arterial com a suplementação com cálcio, especialmente em indivíduos com baixa ingestão de cálcio inicial.

O efeito protetor do cálcio sobre a pressão sanguínea pode ser parcialmente explicado pela influência de calcitriol na concentração de cálcio intracelular. Um aumento desta  $[Ca^{2+}]_i$  nas células musculares lisas vasculares pode resultar em vasoconstrição e um conseqüente aumento na pressão sanguínea (TORRES; SANJULIANI, 2012).

Existem também evidências de que o magnésio afeta favoravelmente os componentes individuais da síndrome metabólica. Embora os mecanismos de muitos dos seus efeitos não são bem compreendidos, vários caminhos têm sido propostos para explicar os efeitos benéficos da ingestão de magnésio em distúrbios metabólicos,

incluindo a melhoria da homeostase da glicose e da insulina e do metabolismo de lipídios, bem como o seu papel anti-hipertensivo (HE *et al.*, 2006).

Resultados de estudos epidemiológicos, tem consistentemente ilustrado uma relação inversa entre o consumo/*status* de  $Mg^{2+}$  e o risco para diabetes *mellitus* em diversas populações (BELIN; HE, 2007). No estudo transversal de Huerta *et al.* (2005), com crianças e adolescentes (8 a 17 anos), o magnésio sérico e dietético foram inversamente associados com a resistência a insulina, fornecendo a primeira evidência de que a associação entre a deficiência de magnésio e resistência a insulina está presente durante a infância. Takaya e colaboradores (2010) também encontraram uma concentração de magnésio intracelular -  $[Mg^{2+}]_i$  - significativamente menor em crianças com diabetes *mellitus* tipo 2 quando comparadas aquelas sem a doença.

Quanto aos efeitos desse micronutriente sobre os níveis pressóricos, estudos experimentais, clínicos e epidemiológicos têm demonstrado um papel claro do magnésio na modulação da pressão arterial e desenvolvimento da HAS (BELIN; HE, 2007). Os resultados de um estudo de intervenção dietética em 662 crianças e adolescentes de 8 a 11 anos que apresentavam LDL elevada, mostraram que a ingestão de  $Mg^{2+}$  foi fortemente e inversamente correlacionada com a pressão arterial sistólica e diastólica (SIMONS-MORTON *et al.*, 1997).

A baixa ingestão de magnésio e consequente redução de suas concentrações séricas têm sido associadas com um risco aumentado para doença coronária em estudos epidemiológicos. Os efeitos antiaterogênicos parecem envolver, pelo menos em parte, a modificação de enzimas relacionadas ao metabolismo e *turnover* lipídico, como a lipase lipoprotéica, 3-hidroxi-3-metilglutaril coenzima A redutase (HMG-CoA redutase) e lecitina de aciltransferase (LCAT) (BELIN; HE, 2007). Nozue e colaboradores (1999), num estudo com 47 crianças e adolescentes na faixa etária de 4 a 12 anos, encontraram uma relação direta entre magnésio ionizado, atividade da LCAT sérica e níveis de HDL na população estudada.

Existem dados sugerindo que a homeostase do magnésio pode auxiliar na manutenção do peso corporal. Os resultados do estudo de Huerta *et al.* (2005), também mostraram que crianças e adolescentes obesos têm concentrações séricas de magnésio mais baixas do que as crianças e adolescentes magros, e que isto pode ser secundário à diminuição da ingestão de magnésio. No estudo de Takaya *et al.* (2010) observou-se uma  $[Mg^{2+}]_i$  significativamente menor nas crianças obesas quando comparadas aquelas com peso normal.

## 2.1 Referências

AGOSTONI, C.; BRAEGGER, C.; DECSI, T.; KOLACEK, S.; KOLETZKO, B.; MIHATSCH, W.; ESPGHAN Committee on Nutrition. Role of dietary factors and food habits in the development of childhood obesity: a commentary by the ESPGHAN Committee on Nutrition. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 52, n. 6, p. 662-669, 2011.

AASHEIM, E. T.; HOFSE, D.; HJELMESÆTH, J.; BIRKELAND, K. I.; BØHMER, T. Vitamin status in morbidly obese patients: a cross-sectional study. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 87, n. 2, p. 362-369, 2008.

AEBERLI, I.; MOLINARI, L.; SPINAS, G.; LEHMANN, R.; L'ALLEMAND, D.; ZIMMERMANN, M. B. Dietary intakes of fat and antioxidant vitamins are predictors of subclinical inflammation in overweight Swiss children. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 84, n. 4, p. 748-755, 2006.

BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**, v. 29, n. 1, p. 113, 2006.

BATES, C. J.; BATES, P. H.; DARDENNE, M.; PRENTICE, A.; LUNN, P. G.; NORTHROP-CLEWES, C. A.; AGGETT, P. J. A trial of zinc supplementation in young rural Gambian children. **British Journal of Nutrition**, v. 69, n. 01, p. 243-255, 1993.

BELIN, R. J.; HE, K. Magnesium physiology and pathogenic mechanisms that contribute to the development of the metabolic syndrome. **Magnesium Research**, v. 20, n. 2, p. 107-129, 2007.

BHANOT, S.; THOMPSON, K. H.; MCNEILL, J. H. Essential trace elements of potential importance in nutritional management of diabetes mellitus. **Nutrition Research**, v. 14, n. 4, p. 593-604, 1994.

BRANDÃO, A. P.; FILHO, B. M.; AMODEO, C.; FERREIRA, C.; FILHO, J. S.; SIQUEIRA, J. E. Diretrizes do grupo de estudos em cardiogeriatría da Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 79, n. 1, p. 1-45, 2002.

CARRODEGUAS, L.; KAIKAR-PERSON, O.; SZOMSTEIN, S.; ANTOZZI, P.; ROSENTHAL, R. Preoperative thiamine deficiency in obese population undergoing laparoscopic bariatric surgery. **Surgery for Obesity and Related Diseases**, v. 1, n. 6, p. 517-522, 2005.

CARRUTH, B. R.; SKINNER, J. D. The role of dietary calcium and other nutrients in moderating body fat in preschool children. **International Journal of Obesity**, v. 25, n. 4, p. 559-566, 2001.

CAVAN, K. R.; GIBSON, R. S.; GRAZIOSO, C. F.; ISALGUE, A. M.; RUZ, M.; SOLOMONS, N. W. Growth and body composition of periurban Guatemalan children



in relation to zinc status: a longitudinal zinc intervention trial. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 57, n. 3, p. 344-352, 1993.

CHAMBERS, E. C.; HESHKA, S.; GALLAGHER, D.; WANG, J.; PI-SUNYER, F. X.; PIERSON JR, R. N. Serum iron and body fat distribution in a multiethnic cohort of adults living in New York City. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 106, n. 5, p. 680-684, 2006.

COSTA, F. P.; MACHADO, S. H. O consumo de sal e alimentos ricos em sódio pode influenciar na pressão arterial das crianças. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 15, n. 1, p. 1383-89, 2010.

DECSI, T.; MOLNÁR, D.; KOLETZKO, B. Lipid corrected plasma alpha-tocopherol values are inversely related to fasting insulinaemia in obese children. **International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders**, v. 20, n. 10, p. 970-972, 1996.

DITSCHIED, B.; KELLER, S.; JAHREIS, G. Cholesterol metabolism is affected by calcium phosphate supplementation in humans. **The Journal of Nutrition**, v. 135, n. 7, p. 1678-1682, 2005.

DIXON, L. B.; PELLIZZON, M. A.; JAWAD, A. F.; TERSHAKOVEC, A. M. Calcium and dairy intake and measures of obesity in hyper- and normocholesterolemic children. **Obesity Research**, v.13, n. 10, p. 1727-1738, 2005.

FERGUSON, E. L.; GIBSON, R. S.; OPARE-OBISAW, C.; OUNPUU, S.; THOMPSON, L. U.; LEHRFELD, J. The zinc nutriture of preschool children living in two African countries. **Journal of Nutrition**, v. 123, p. 1487-1487, 1993.

FREI, B. Cardiovascular disease and nutrient antioxidants: Role of low-density lipoprotein oxidation. **Critical Reviews in Food Science & Nutrition**, v. 35, n. 1-2, p. 83-98, 1995.

GARCIA, O. P.; LONG, K. Z.; ROSADO, J. L. Impact of micronutrient deficiencies on obesity. **Nutrition Reviews**, v. 67, n. 10, p. 559-572, 2009.

GILLMAN, M. W.; OLIVERIA, S. A.; MOORE, L. L.; ELLISON, R. C. Inverse Association of Dietary Calcium With Systolic Blood Pressure in Young Children. **Jama**, v. 267, n. 17, p. 2340-2343, 1992.

GILLMAN, M. W.; HOOD, M. Y.; MOORE, L. L.; NGUYEN, U. D. T.; SINGER, M. R.; ANDON, M. B. Effect of calcium blood pressure in supplementation children. **The Journal of Pediatric**, v. 127, n. 2, p. 186-192, 1995

GOLDEN, M. H.; GOLDEN, B. E. Effect of zinc supplementation on the dietary intake, rate of weight gain, and energy cost of tissue deposition in children recovering from severe malnutrition. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 34, n. 5, p. 900-908, 1981.

HASHEMIPOUR, M.; KELISHADI, R.; SHAPOURI, J.; SARRAFZADEGAN, N.; AMINI, M.; TAVAKOLI, N.; POURSAFA, P. Effect of zinc supplementation on

insulin resistance and components of the metabolic syndrome in prepubertal obese children. **Hormones** (Athens), v. 8, n. 4, p. 279-285, 2009.

HASSAPIDOU, M.; FOTIADOU, E.; MAGLARA, E.; PAPADOPOULOU, S. K. Energy intake, diet composition, energy expenditure, and body fatness of adolescents in northern Greece. **Obesity**, v. 14, n. 5, p. 855-862, 2006.

HE, F. J.; MACGREGOR, G. A. A comprehensive review on salt and health and current experience of worldwide salt reduction programmes. **Journal of Human Hypertension**, v. 23, n. 6, p. 363-384, 2008.

HE, K.; SONG, Y.; BELIN, R. J.; CHEN, Y. Magnesium intake and the metabolic syndrome: epidemiologic evidence to date. **Journal of the Cardiometabolic Syndrome**, v. 1, n. 5, p. 351-355, 2006.

HIRSCH, S.; PONIACHICK, J.; AVENDAÑO, M.; CSENDES, A.; BURDILES, P.; SMOK, G.; DIAZ, J. C. Serum folate and homocysteine levels in obese females with non-alcoholic fatty liver. **Nutrition**, v. 21, n. 2, p. 137-141, 2005.

HUERTA, M. G.; ROEMMICH, J. N.; KINGTON, M. L.; BOVBJERG, V. E.; WELTMAN, A. L.; HOLMES, V. F.; NADLER, J. L. Magnesium deficiency is associated with insulin resistance in obese children. **Diabetes Care**, v. 28, n. 5, p. 1175-1181, 2005.

JOHNSON, L.; MANDER, A. P.; JONES, L. R.; EMMETT, P. M.; JEBB, S. A. Energy-dense, low-fiber, high-fat dietary pattern is associated with increased fatness in childhood. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 87, n. 4, p. 846-854, 2008.

KLJNO, T.; HOZUMI, M.; MORINOBU, T.; MURATA, T.; MINGCI, Z.; TAMAI, H. Antioxidant vitamin levels in plasma and low density lipoprotein of obese girls. **Free Radical Research**, v. 28, n. 1, p. 81-86, 1998.

KOSENKO, L. G. Concentration of trace elements in blood of patients with diabetes mellitus. Federation proceedings. **Translation supplement; Selected translations from Medical-Related Science**, v. 24, p. 237-238, 1964.

LEÃO, A. L. M.; SANTOS, L. C. Consumo de micronutrientes e excesso de peso: existe relação?; Micronutrient consumption and overweight: Is there a relationship?. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 15, n. 1, p. 85-95, 2012.

LECUBE, A.; CARRERA, A.; LOSADA, E.; HERNÁNDEZ, C.; SIMÓ, R.; MESA, J. Iron deficiency in obese postmenopausal women. **Obesity**, v. 14, n. 10, p. 1724-1730, 2006.

LORENZEN, J. K.; ASTRUP, A. Dairy calcium intake modifies responsiveness of fat metabolism and blood lipids to a high-fat diet. **British Journal of Nutrition**, v. 105, n. 12, p. 1823-1831, 2011.

MCGLOIN, A. F.; LIVINGSTONE, M. B.; GREENE, L. C.; WEBB, S. E.; GIBSON, J. M.; JEBB, S. A.; PRENTICE, A. M. Energy and fat intake in obese and lean children

at varying risk of obesity. **International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders: Journal of the International Association for the Study of Obesity**, v. 26, n. 2, p. 200-207, 2002.

MAHABIR, S.; ETTINGER, S.; JOHNSON, L.; BAER, D. J.; CLEVIDENCE, B. A.; HARTMAN, T. J.; TAYLOR, P. R. Measures of adiposity and body fat distribution in relation to serum folate levels in postmenopausal women in a feeding study. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 62, n. 5, p. 644-650, 2008.

MAJOR, G. C.; ALARIE, F.; DORÉ, J.; PHOUTTAMA, S.; TREMBLAY, A. Supplementation with calcium + vitamin D enhances the beneficial effect of weight loss on plasma lipid and lipoprotein concentrations. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 85, n. 1, p. 54-59, 2007.

MCCLUNG, J. P.; KARL, J. P. Iron deficiency and obesity: the contribution of inflammation and diminished iron absorption. **Nutrition Reviews**, v. 67, n. 2, p. 100-104, 2009.

MENZIE, C. M.; YANOFF, L. B.; DENKINGER, B. I.; MCHUGH, T.; SEBRING, N. G.; CALIS, K. A.; YANOVSKI, J. A. Obesity-related hypoferrremia is not explained by differences in reported intake of heme and nonheme iron or intake of dietary factors that can affect iron absorption. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 108, n. 1, p. 145-148, 2008.

MOAYERI, H.; BIDAD, K.; ZADHOUSH, S.; GHOLAMI, N.; ANARI, S. Increasing prevalence of iron deficiency in overweight and obese children and adolescents (Tehran Adolescent Obesity Study). **European Journal of Pediatrics**, v. 165, n. 11, p. 813-814, 2006.

MOHN, A.; CATINO, M.; CAPANNA, R.; GIANNINI, C.; MARCOVECCHIO, M.; CHIARELLI, F. Increased oxidative stress in prepubertal severely obese children: effect of a dietary restriction-weight loss program. **Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 90, n. 5, p. 2653-2658, 2005.

MOJTABAI, R. Body mass index and serum folate in childbearing age women. **European Journal of Epidemiology**, v. 19, n. 11, p. 1029-1036, 2004.

MOLNAR, D.; DECSI, T.; KOLETZKO, B. Reduced antioxidant status in obese children with multimetabolic syndrome. **International Journal of Obesity**, v. 28, n. 10, p. 1197-1202, 2004.

MOREIRA, P.; PADEZ, C.; MOURÃO, I.; ROSADO, V. Dietary calcium and body mass index in Portuguese children. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 59, n. 7, p. 861-867, 2005.

NEAD, K. G.; HALTERMAN, J. S.; KACZOROWSKI, J. M.; AUINGER, P.; WEITZMAN, M. Overweight children and adolescents: a risk group for iron deficiency. **Pediatrics**, v. 114, n. 1, p. 104-108, 2004.

NIINIKOSKI, H.; JULA, A.; VIIKARI, J.; RÖNNEMAA, T.; HEINO, P.; LAGSTRÖM, H.; SIMELL, O. Blood pressure is lower in children and adolescents with a low-saturated-fat diet since infancy the special turku coronary risk factor intervention project. **Hypertension**, v. 53, n. 6, p. 918-924, 2009.

NOZUE, T.; IDE, N.; OKABE, H.; NARUI, K.; KOBAYASHI, A. Correlation of serum HDL-cholesterol and LCAT levels with the fraction of ionized magnesium in children. **Magnesium Research**, v. 12, n. 4, p. 297-301, 1999.

ORTEGA, R. M.; LÓPEZ-SOBALER, A. M.; ANDRÉS, P.; RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, E.; APARICIO, A.; BERMEJO, L. M.; LÓPEZ-PLAZA, B. Changes in folate status in overweight/obese women following two different weight control programmes based on an increased consumption of vegetables or fortified breakfast cereals. **British Journal of Nutrition**, v. 96, n. 04, p. 712-718, 2006.

OZATA, M.; MERGEN, M.; OKTENLI, C.; AYDIN, A.; YAVUZ SANISOGLU, S.; BOLU, E.; OZDEMIR, I. C. Increased oxidative stress and hypozincemia in male obesity. **Clinical Biochemistry**, v. 35, n. 8, p. 627-631, 2002.

PATRINI, C.; GRIZIOTTI, A.; RICCIARDI, L. Obese individuals as thiamin storers. **International Journal of Obesity**, v. 28, n. 7, p. 920-924, 2004.

PEDROSA, L. F. C.; COZZOLINO, S. M. F. Alterações metabólicas e funcionais do cobre em diabetes mellitus. **Revista de Nutrição**, v. 12, n. 3, p. 213-24, 1999.

PETERLIK, M.; BOONEN, S.; CROSS, H. S.; LAMBERG-ALLARDT, C. Vitamin D and calcium insufficiency-related chronic diseases: an emerging world-wide public health problem. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 6, n. 10, p. 2585-2607, 2009.

PINHAS-HAMIEL, O.; NEWFIELD, R. S.; KOREN, I.; AGMON, A.; LILOS, P.; PHILLIP, M. Greater prevalence of iron deficiency in overweight and obese children and adolescents. **International Journal of Obesity**, v. 27, n. 3, p. 416-418, 2003.

RAJPATHAK, S. N.; XUE, X.; WASSERTHEIL-SMOLLER, S.; VAN HORN, L.; ROBINSON, J. G.; LIU, S.; ROHAN, T. E. Effect of 5 y of calcium plus vitamin D supplementation on change in circulating lipids: results from the Women's Health Initiative. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 91, n. 4, p. 894-899, 2010.

REID, I. R.; AMES, R.; MASON, B.; BOLLAND, M. J.; BACON, C. J.; REID, H. E.; HORNE, A. Effects of calcium supplementation on lipids, blood pressure, and body composition in healthy older men: a randomized controlled trial. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 91, n. 1, p. 131-139, 2010.

ROSS, A. C.; TAYLOR, C. L.; YAKTINE, A. L.; DEL VALLE, H. B. (Eds.). **Dietary reference intakes for calcium and vitamin D**. National Academies Press, 2011.

RUBENSTEIN, A. H.; LEVIN, N. W.; ELLIOTT, G. A. Manganese-induced hypoglycaemia. **The Lancet**, v. 280, n. 7270, p. 1348-1351, 1962.

SAMADI, M.; SADRZADEH-YEGANEH, H.; AZADBAKHT, L.; FEIZI, A.; JAFARIAN, K.; SOTOUDEH, G. Dietary calcium intake and risk of obesity in school girls aged 8-10 years. **Journal of Research in Medical Sciences**, v. 17, n. 12, p. 1102–1107, 2012.

SANTOS, M. G.; PEGORARO, M.; SANDRINI, F.; MACUCO, E. C. Fatores de risco no desenvolvimento da aterosclerose na infância e adolescência. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 90, n. 4, p. 301-308, 2008a.

SANTOS, L. C.; CINTRA, L. P.; FISBERG, M.; MARTINI, L. A. Calcium intake and its relationship with adiposity and insulin resistance in post-pubertal adolescents. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 21, n. 2, p. 109–116, 2008b.

SARAFIDIS, P. A.; BAKRIS, G. L. The antinatriuretic effect of insulin: an unappreciated mechanism for hypertension associated with insulin resistance?. **American Journal of Nephrology**, v. 27, n. 1, p. 44-54, 2007.

SIRI-TARINO, P. W.; SUN, Q.; HU, F. B.; KRAUSS, R. M. Saturated fat, carbohydrate, and cardiovascular disease. **The American journal of clinical nutrition**, v. 91, n. 3, p. 502-509, 2010.

SCHUCH, N. J.; GARCIA, V. C.; MARTINI, L. A. Vitamin D and endocrine diseases. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 53, n. 5, p. 625-633, 2009.

SELTZER, C. C.; MAYER, J. Serum Iron and Iron-Binding Capacity in Adolescents II. Comparison of Obese and Nonobese Subjects. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 13, n. 6, p. 354-361, 1963.

SKINNER, J. D.; BOUND, W.; CARRUTH, B. R.; ZIEGLER, P. Longitudinal calcium intake is negatively related to children's body fat indexes. **Research**, v. 103, n. 12, 2012.

SIMONS-MORTON, D. G.; HUNSBERGER, S. A.; VAN HORN, L.; BARTON, B. A.; ROBSON, A. M.; MCMAHON, R. P.; GREENLICK, M. R. Nutrient intake and blood pressure in the Dietary Intervention Study in Children. **Hypertension**, v. 29, n. 4, p. 930-936, 1997.

SINGH, U.; DEVARAJ, S.; JIALAL, I. Vitamin E, oxidative stress, and inflammation. **Annual Review of Nutrition**, v. 25, p. 151-174, 2005.

SNIJDER, M. B.; VAN DAM, R. M.; VISSER, M.; DEEG, D. J.; DEKKER, J. M.; BOUTER, L. M.; LIPS, P. Adiposity in relation to vitamin D status and parathyroid hormone levels: a population-based study in older men and women. **Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 90, n. 7, p. 4119-4123, 2005.

STEEMBURGO, T.; DALL ALBA, V.; GROSS, J. L.; AZEVEDO, M. J. D. Fatores dietéticos e síndrome metabólica. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**. Vol. 51, n. 9, p. 1425-1433, 2007.

STRAUSS, R. S. Comparison of serum concentrations of  $\alpha$ -tocopherol and  $\beta$ -carotene in a cross-sectional sample of obese and nonobese children (NHANES III). **The Journal of Pediatrics**, v. 134, n. 2, p. 160-165, 1999.

TAKAYA, J.; YAMATO, F.; KUROYANAGI, Y.; HIGASHINO, H.; KANEKO, K. Intracellular magnesium of obese and type 2 diabetes mellitus children. **Diabetes Therapy**, v. 1, n. 1, p. 25-31, 2010.

TASCILAR, M. E.; OZGEN, I. T.; ABACI, A.; SERDAR, M.; AYKUT, O. Trace elements in obese Turkish children. **Biological Trace Element Research**, v. 143, n. 1, p. 188-195, 2011.

THAWNASHOM, K.; TUNGTRONGCHITR, R.; PETMITR, S.; PONGPAEW, P.; PHONRAT, B.; TUNGTRONGCHITR, A.; SCHELP, F. P. Methylenetetrahydrofolate reductase (MTHFR) polymorphism (C677T) in relation to homocysteine concentration in overweight and obese Thais. 2005.

TOMAZONI, T.; SIVIERO, J. Consumo de potássio em idosos hipertensos participantes do Programa Hiperdia do município de Caxias do Sul, RS. **Revista Brasileira de Hipertensão**, v. 16, n. 4, p. 246-50, 2009.

TORRES, M. R.; SANJULIANI, A. F. Does calcium intake affect cardiovascular risk factors and/or events? **Clinics**, v. 67, n. 7, p. 839-844, 2012.

TUNGTRONGCHITR, R.; PONGPAEW, P.; TONGBOONCHOO, C.; VUDHIVAI, N.; CHANGBUMRUNG, S.; TUNGTRONGCHITR, A.; SCHELP, F. P. Serum homocysteine, B 12 and folic acid concentration in Thai overweight and obese subjects. **International Journal for Vitamin and Nutrition Research**, v. 73, n. 1, p. 8-14, 2003.

URIU-ADAMS, J. Y.; KEEN, C. L. Copper, oxidative stress, and human health. **Molecular Aspects of Medicine**, v. 26, n. 4, p. 268-298, 2005.

VAN DEN HOOVEN, E. H.; JONGE, L. L.; KIEFTE-DE JONG, J. C.; RAAT, H.; VILLAMOR, E.; HOFMAN, A.; FRANCO, O. H. Infant Macronutrient Composition Is Associated with Differences in Cardiovascular Structures and Function in Childhood. **The Journal of Nutrition**, v. 143, n. 12, p. 1989-1998, 2013.

WALTER, R. M.; AOKI, T. T.; KEEN, C. L. Acute oral manganese administration does not consistently affect glucose tolerance in non-diabetic and type II diabetic humans. **The Journal of Trace Elements in Experimental Medicine**, v. 4, n. 2, p. 73-79, 1991.

WANG, Z. Q.; CEFALU, W. T. Current concepts about chromium supplementation in type 2 diabetes and insulin resistance. **Current Diabetes Reports**, v. 10, n. 2, p. 145-151, 2010.

WARDLE, J.; GUTHRIE, C.; SANDERSON, S.; BIRCH, L.; PLOMIN, R. Food and activity preferences in children of lean and obese parents. **International journal of obesity**, 2001.

WENZEL, B. J.; STULTS, H. B.; MAYER, J. Hypoferraemia in obese adolescents. **The Lancet**, v. 280, n. 7251, p. 327-328, 1962.

WILSON, A. C.; FORSYTH, J. S.; GREENE, S. A.; IRVINE, L.; HAU, C.; HOWIE, P. W. Relation of infant diet to childhood health: seven year follow up of cohort of children in Dundee infant feeding study. **Bmj**, v. 316, n. 7124, p. 21-25, 1998.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Avaliar a associação entre ingestão dietética de macro e micronutrientes e fatores de risco cardiovasculares em escolares do município de Viçosa - MG.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Analisar a ingestão dietética de macro e micronutrientes das crianças e sua adequação;
- Avaliar o estado nutricional, composição corporal e pressão arterial das crianças;
- Analisar o perfil lipídico, glicemia de jejum e insulina das crianças;
- Avaliar a associação entre os quintis de ingestão dietética de macro e micronutrientes e a ocorrência de excesso de peso, hiperglicemia, resistência à insulina, dislipidemias e hipertensão arterial nas crianças.



## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Delineamento do Estudo

Trata-se de um estudo transversal, o qual fez parte de um projeto mais amplo, denominado “Perfil nutricional e de saúde com ênfase no consumo alimentar e aspectos socioeconômicos de crianças de 8 e 9 anos do município de Viçosa, Minas Gerais”.

O estudo foi conduzido no município de Viçosa - MG, no período de março a dezembro de 2012, com crianças que nasceram nos anos de 2003 e 2004, estando as mesmas no período final da infância. A faixa etária de 8 a 9 anos foi escolhida para evitar a influência das variações fisiológicas existentes em toda a faixa etária escolar e permitir melhor comparabilidade do consumo alimentar.

Em 2012, o município de Viçosa contava com 30 escolas, sendo 26 públicas (8 estaduais e 18 municipais) e 4 privadas, situadas nas zonas urbana (22) e rural (8), que atendiam 1259 crianças de 8 e 9 anos matriculadas no ensino fundamental, segundo a Secretaria Municipal de Educação. As crianças foram selecionadas aleatoriamente, a partir de um universo de indivíduos matriculados nos 3º e 4º anos do ensino fundamental de todas as escolas públicas e privadas do município no ano de 2012.

A pesquisa foi apresentada à Secretaria Municipal de Educação, às direções das escolas públicas e privadas, sendo autorizada sua realização.

### 4.2 Cálculo Amostral e Amostragem

A amostra foi calculada com o auxílio do software *Epi Info 7.0* (DEAN *et al.*, 1994), considerando-se o número total de escolares na faixa etária estudada (N= 1259) no ano de 2012, uma prevalência de fatores de risco cardiovasculares de 50%, um erro padrão de 5% com intervalo de confiança de 95%, erro amostral de 20%, e acrescentando-se 20% de perdas e/ou recusas e 10% para análise multivariada. Para comprovação probabilística obteve-se uma amostra de 381 crianças, sendo 80% de escola pública e 20% de escola particular, visando respeitar a proporcionalidade entre as redes de ensino. No presente estudo, entretanto, foram avaliadas 347 crianças uma vez que houve perdas decorrentes da não entrega dos registros alimentares solicitados. Destaca-se que o percentual de perda foi de 8,9%, estando, portanto, dentro do esperado no cálculo amostral. Ressalta-se que esta perda não comprometeu os resultados do estudo.

Os nomes das crianças foram organizados por ordem alfabética e sorteados através do programa *Microsoft Excel 2007*. Após o sorteio, a criança selecionada foi abordada na sua respectiva escola e orientada a entregar aos pais ou responsáveis uma carta convite na qual são explicados minuciosamente os objetivos do estudo e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo A) para ser assinado caso fosse permitida a participação da criança. Se houvesse recusa da participação da criança pelos pais, era selecionado o nome posterior ao da criança sorteada, seguindo a lista por ordem alfabética, e realizado o mesmo procedimento de contato, até a amostra total ser completada.

Como critério de inclusão a criança deveria ter idade entre 8 e 9 anos, 11 meses e 29 dias na data da avaliação e consentimento escrito assinado pelos pais ou responsáveis autorizando a participação no estudo. Não foram incluídas crianças que apresentavam alguma alteração de saúde ou em uso de medicamentos que pudessem interferir no estado nutricional, pressão arterial e parâmetros bioquímicos.

### **4.3 Coleta de Dados**

Os dados foram coletados em dois encontros realizados na Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa. No primeiro encontro, as crianças compareceram ao local para aferição das medidas antropométricas, avaliação da composição corporal e realização de exames bioquímicos; bem como aplicou-se um questionário para coleta de informações socioeconômicas e demográficas e foi solicitado o preenchimento de um inquérito alimentar aos responsáveis. No segundo encontro, aferiu-se a pressão arterial do participante, foram entregues aos responsáveis os resultados de todos os exames e solicitou-se a entrega do inquérito dietético.

A realização dos exames bioquímicos, avaliação da composição corporal e aferição da pressão arterial seguiu protocolos específicos os quais foram explicados e entregues por escrito aos pais e /ou responsáveis pela criança previamente (Anexo B).

#### **4.3.1 Avaliação Socioeconômica e Demográfica**

Foram solicitadas informações socioeconômicas e demográficas através de inquérito pré-estruturado (Anexo C) aplicado aos pais ou responsáveis pelas crianças. Utilizou-se os Critérios de Classificação Econômica - Brasil, estabelecidos pela Associação Brasileira de Empresas de Pesquisas (ABEP, 2013) para conhecer o poder de compra das famílias.

### 4.3.2 Avaliação da Dietética

Foi solicitado auxílio à mãe ou responsável pela alimentação da criança para o preenchimento de três registros alimentares, em dias não consecutivos, incluindo um dia de fim de semana (Anexo D). Foram repassadas orientações detalhadas, verbais e escritas (Anexo E), sobre a forma de preenchimento deste inquérito alimentar. No horário escolar, foi solicitado à mãe ou responsável que obtivesse as informações escritas da instituição sobre o consumo alimentar das crianças nos dias avaliados, caso a criança recebesse alimentação da escola (Anexo F). Para as crianças que levavam lanches de casa, foi orientado o registro dos alimentos consumidos e suas respectivas quantidades.

Ao serem recolhidos os registros alimentares pela equipe, as informações eram revisadas sempre que necessário, utilizando álbum fotográfico (ZABOTTO; VIANA; GIL, 1996) para auxílio na determinação do tamanho das porções consumidas em medidas caseiras. Em caso de informações incompletas ou de preenchimento incorreto dos registros alimentares, foram repassadas novamente as informações e solicitado o preenchimento de novos registros, a serem entregues em consultas agendadas posteriormente.

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, priorizando-se a utilização de tabelas de composição de alimentos brasileiras (UNICAMP/NEPA, 2006; PHILIPPI, 2002), tendo em vista que a maioria dos micronutrientes presentes nos alimentos depende da concentração destes nutrientes no solo (AMARANTE; GERMANO; LUCAS, 2011). Para os alimentos cuja composição química apresentada na tabela era baseada em um protocolo de análise bromatológica sem a adição de açúcar, sal de cozinha e óleo de soja, acrescentou-se esses componentes a partir de receitas padronizadas com o objetivo de evitar a subestimação destes.

Foi avaliado o consumo de energia, carboidratos, fibra alimentar, proteínas, lipídios (gorduras totais), gorduras saturadas, monoinsaturadas e poliinsaturadas; e micronutrientes (cálcio, cobre, ferro, fósforo, magnésio, manganês, niacina, potássio, riboflavina, sódio, tiamina, vitamina B<sub>6</sub>, vitamina C, zinco) a partir dos dados dos três registros alimentares.

Como parâmetros para avaliação da ingestão dietética, foram considerados os valores de recomendações nutricionais (*Dietary Reference Intakes* - DRI) segundo sexo e estágio da vida, propostas pelo *Institute of Medicine* - IOM (OTTEN; HELLWIG; MEYERS, 2006; ROSS *et al.*, 2011), referentes à variação aceitável de distribuição de macronutrientes (*Acceptable Macronutrient Distribution Ranges* – AMDR) para carboidratos, proteínas e lipídios; necessidade média estimada (*Estimated Average Requirement* – EAR) para cálcio, cobre, ferro, fósforo, magnésio, niacina, riboflavina, tiamina, vitamina B<sub>6</sub>, vitamina C, zinco; ingestão adequada (*Adequate Intake* - AI) para fibra alimentar, potássio e manganês; bem como o nível máximo de ingestão tolerada (*Tolerable Upper Intake Level* – UL) para sódio. Ressalta-se que, apesar da AI para o sódio estar disponível, a ingestão da população brasileira em geral é muito mais elevada do que o recomendado (SARNO *et al.*, 2009) e facilmente ultrapassa este limite, sendo mais relevante determinar a sua adequação em relação ao UL.

Para a avaliação da ingestão dietética de gorduras saturadas, monoinsaturadas e poliinsaturadas foram consideradas as recomendações da I Diretriz de Prevenção da Aterosclerose na Infância e na Adolescência (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA *et al.*, 2005).

#### **4.3.3 Avaliação Antropométrica**

Para a avaliação do estado nutricional das crianças foram aferidas as medidas de peso e estatura, de acordo com as recomendações de Jelliffe (1968). A medida de peso foi obtida em balança eletrônica Marte® PP 180, com capacidade de 150 quilos e sensibilidade de 50 gramas. A estatura foi aferida utilizando-se antropômetro vertical Altorexata®, com extensão de 2 metros, dividido em centímetros e subdividido em milímetros. A verificação da estatura foi realizada em duplicata, e o valor final determinado pela média das duas medidas.

De posse dessas medidas antropométricas, foi calculado o Índice de Massa Corporal ( $IMC = \text{massa corporal em kg} / \text{estatura em m}^2$ ), sendo utilizados como referência os pontos de cortes definidos pela Organização Mundial de Saúde para avaliação do índice IMC/idade (WHO, 2007).

Para a classificação do estado nutricional foi utilizado o escore-z (Quadro 1), calculado por meio do *software* WHO *Anthro Plus* (WHO, 2009).

**Quadro 1.** Valores críticos, 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
$\geq$ Escore-z +1 e $\leq$ Escore-z +2	Sobrepeso
$\geq$ 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) e o perímetro do pescoço (PP), sendo estas aferidas com auxílio de uma fita métrica, com extensão de 2 metros, flexível e inelástica, dividida em centímetros e subdividida em milímetros.

A medida do PC foi realizada durante a expiração normal no ponto médio entre a crista ilíaca e a última costela, em triplicata, sendo consideradas as duas mais próximas para o cálculo da média. A adiposidade central foi avaliada considerando os pontos de corte correspondentes aos percentis 95 de PC de acordo com Mccarthy, Jarrett e Crawley (2001). O PP foi aferido no nível da cartilagem da tireoide, em duplicata, e o valor final estabelecido pela média das duas medidas. Para classificação do PP utilizaram-se os pontos de corte propostos por Nafiu *et al.* (2010) para detecção do excesso de gordura corporal em crianças.

A partir das medidas de PC e estatura calculou-se a relação cintura/estatura (RCE), sendo um valor superior a 0,50 utilizado como ponto de corte para predizer o risco de desenvolver doenças cardiovasculares (MCCARTHY; ASHWELL, 2006).

#### 4.3.4 Avaliação da Composição Corporal

A composição corporal (massa livre de gordura, massa gorda e massa óssea) das crianças foi avaliada por Absorimetria de raios-x de dupla energia (DEXA - *Dual Energy X-ray Absorptiometry*). Este equipamento é considerado “padrão-ouro” para avaliação da composição corporal que, devido ao baixo nível de radiação, não oferece riscos à saúde, sendo utilizado em um número considerável de estudos (SOPHER; SHEN; PIETROBELLI, 2005; TOSCHKE *et al.*, 2007; ROBINSON *et al.*, 2009). Durante o “escaneamento”, a criança permanece em posição supina sobre a mesa e os raios são então emitidos e medidos por um detector discriminante de energia. O exame foi realizado por técnico especializado, utilizando o *software* do próprio equipamento

para análise de composição corporal. As crianças seguiram um protocolo estabelecido pelo laboratório para realização do mesmo, sendo necessário que estivessem com roupa leve, sem brinco, pulseira ou qualquer adorno de metal. O excesso de gordura corporal foi estimado utilizando os pontos de corte referentes aos percentis 95 para gordura corporal conforme proposto por Mccarthy *et al.* (2006).

#### 4.3.5 Avaliação Bioquímica

As análises bioquímicas foram realizadas após jejum de 12 horas no Laboratório de Análises Clínicas da Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa. Foram avaliados colesterol total e frações (LDL - lipoproteína de baixa densidade, VLDL - lipoproteína de muito baixa densidade e HDL - lipoproteína de alta densidade), triglicerídeos, glicemia e insulina de jejum. A glicemia e insulinemia de jejum foram utilizadas para cálculo do Índice *Homeostasis Model Assessment - Insulin Resistance* (HOMA-IR), por meio da fórmula: glicemia de jejum (mmol/mL) x insulinemia de jejum ( $\mu$ U/mL) / 22,5 (MATTHEWS *et al.*, 1985).

**Quadro 2.** Pontos de corte para avaliação dos parâmetros bioquímicos em crianças.

Parâmetro Bioquímico	Valor de Referência
Glicemia de jejum <sup>1</sup>	Desejável: até 100 mg/dL
Colesterol total <sup>2</sup>	Desejável: < 150 mg/dL Limítrofe: 150 a 169 mg/dL Aumentado: > 170 mg/dL
LDL <sup>2</sup>	Desejável: < 100 mg/dL Limítrofe: 100 a 129 mg/dL Aumentado: $\geq$ 130 mg/dL
HDL <sup>2</sup>	Desejável: $\geq$ 45 mg/dL
TG <sup>2</sup>	Desejável: < 100 mg/dL Limítrofe: 100 a 129 mg/dL Aumentado: $\geq$ 130 mg/dL
Insulina de jejum <sup>2</sup>	Desejável: < 15 mU/mL Limítrofe: 15 a 20 mU/mL Aumentado: $\geq$ 20 mU/mL
HOMA-IR <sup>3</sup>	Desejável: $\leq$ 2,5

<sup>1</sup> Sociedade Brasileira de Diabetes (2007); <sup>2</sup> Sociedade Brasileira de Cardiologia *et al.* (2005); <sup>3</sup> Madeira *et al.* (2008). Legenda: LDL – lipoproteína de baixa densidade, HDL – lipoproteína de alta densidade, TG – triglicerídeos; HOMA – *homeostatic model assessment - Insulin Resistance*.

Para interpretação dos valores de glicemia de jejum, colesterol total e frações, triglicérides e insulina de jejum, foram utilizados os pontos de corte sugeridos pela Sociedade Brasileira de Diabetes (2007) e Sociedade Brasileira de Cardiologia *et al.* (2005). Para a avaliação do índice HOMA-IR, foi considerado o ponto de corte proposto por Madeira *et al.* (2008) (Quadro 2).

#### 4.3.6 Avaliação da Pressão Arterial

Para aferição da pressão arterial foi utilizado equipamento eletrônico digital de braço, com inflação e deflação de ar automáticas da marca Omron® HEM711, com tamanho do manguito apropriado para o paciente, seguindo recomendações da Sociedade Brasileira de Cardiologia *et al.* (2007).

A criança ficou em repouso, sentada, por pelo menos cinco minutos antes da obtenção da medida. A pressão foi aferida três vezes, uma vez em cada braço, e uma repetição no braço que apresentou o valor mais elevado, sendo esta a medida registrada no formulário. Além disso, cada criança foi questionada sobre a vontade de urinar, prática anterior de atividade física e tempo decorrido desde a última alimentação, considerando a influência na pressão arterial (ARAÚJO *et al.*, 2008).

A avaliação da pressão arterial foi realizada segundo sexo, idade e percentil de estatura, de acordo com a classificação da Sociedade Brasileira de Cardiologia *et al.* (2007), sendo considerada hipertensão arterial valores de pressão iguais ou superiores ao percentil 95 de distribuição da pressão arterial (Quadro 3).

**Quadro 3.** Classificação da pressão arterial para crianças e adolescentes.

<b>Classificação</b>	<b>Percentil* para PAS e PAD</b>
Normal	PA < percentil 90
Pré-hipertensão	PA entre percentis 90 e 95 ou sempre que PA exceder 120/80 mmHg sempre < percentil 90 até < percentil 95
HAS estágio 1	Percentil 95 a 99 acrescido de 5 mmHg
HAS estágio 2	PA > percentil 99 acrescido de 5 mmHg

Fonte: Adaptado de Sociedade Brasileira de Cardiologia *et al.* (2007). \*Para idade, sexo e percentil de estatura. Legenda: PAS – pressão arterial sistólica, PAD – pressão arterial diastólica, PA - pressão arterial, HAS – hipertensão arterial sistêmica.

#### 4.4 Processamento dos Dados e Análises Estatísticas

O banco de dados foi estruturado no programa *Microsoft Excel 2007* e as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software *Stata* versão 9.1.

As variáveis contínuas foram testadas quanto à normalidade realizando-se o teste de Kolmogorov-Smirnov. As variáveis categóricas foram descritas em valores absolutos e percentuais e as quantitativas por meio de medidas de tendência central e de dispersão.

As médias/medianas amostrais do consumo de macro e micronutrientes e os quintis das distribuições de ingestão foram estimados com base nos dados dos registros alimentares, corrigidos pela variabilidade intraindividual (FISBERG *et al.*, 2005) e ajustados pela energia, segundo o método residual estabelecido por Willett e Stampfer (1998).

Para a correção dos dados pela variabilidade intraindividual, primeiro foram obtidas as variâncias intrapessoal ( $S^2_w$ ) e interpessoal ( $S^2_b$ ) por meio da análise de variância (ANOVA) e posteriormente realizado o cálculo da razão do desvio-padrão da variação intrapessoal e o desvio-padrão da população total ( $S_b / S_{obs}$ ) através da fórmula:  $1 / [(1 + S^2_w / 3 * S^2_b)]^{1/2}$ . Para remover a variância intrapessoal utilizou-se a equação:

<p>Valor ajustado do nutriente =</p> $\text{Média do grupo} + (\text{valor observado para cada indivíduo} - \text{Média do grupo}) * S_b / S_{obs}$
---

Os nutrientes foram ajustados pela energia 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 (WILLETT; STAMPFER, 1998).

Para verificar a existência de diferenças no consumo de macro e micronutrientes segundo características socioeconômicas e demográficas, utilizou-se o teste *t-Student* para as variáveis com distribuição normal e o teste de Mann-Whitney para as variáveis com distribuição não normal, sendo considerada diferença estatisticamente significativa um valor de  $p < 0,05$ . Para comparar as distribuições de frequência das variáveis qualitativas realizou-se o teste qui-quadrado de Pearson ou Exato de Fisher.

A associação entre a ingestão dietética e os fatores de risco cardiovasculares foi verificada por meio de regressão de Poisson com variâncias robustas. Inicialmente, realizou-se análise bivariada para avaliar possíveis associações entre a ingestão de macro e micronutrientes com os fatores de risco cardiovasculares, bem como também foi verificada a associação com outras variáveis socioeconômicas e demográficas (tais



como: sexo, idade, classe econômica, idade materna, escolaridade materna) para controle de possíveis fatores de confusão. As variáveis que apresentaram valor de  $p$  inferior a 0,20 na análise bivariada foram incluídas na análise multivariada, sendo a probabilidade inferior a 5% ( $p < 0,05$ ) considerada como rejeição de hipótese de nulidade e manutenção da variável no modelo de regressão múltipla.

Para a seleção do modelo final, foi utilizada a estratégia passo a passo com a inclusão de todas as variáveis selecionadas durante a análise bivariada em ordem decrescente de significância estatística. As variáveis que apresentaram  $p \geq 0,05$  foram retiradas uma a uma do modelo e consideradas definitivamente excluídas, se o decréscimo na explicação do desfecho não era estatisticamente significativo. Para analisar esse parâmetro, o modelo foi avaliado a cada retirada com o auxílio dos testes estatísticos de Wald e a razão de verossimilhança parcial baseado na estatística  $-2[\ln(L_r) - \ln(L_c)]$ , que compara a verossimilhança do modelo reduzido -  $L_r$  com a verossimilhança do modelo completo -  $L_c$ . A avaliação da qualidade do modelo final foi feita pela aplicação do teste da bondade (*goodness-of-fit test*).

#### **4.5 Aspectos Éticos**

Este estudo faz parte do projeto de pesquisa intitulado “Perfil nutricional e de saúde com ênfase no consumo alimentar e aspectos socioeconômicos de crianças de 8 e 9 anos do município de Viçosa, Minas Gerais”, o qual foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa sob o número de Protocolo Ofício nº 045/202, de 23 de maio de 2012 (Anexo G). O mesmo também foi avaliado pela Comissão Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição (PPGCN), estando registrado na Universidade Federal de Viçosa sob o número 40511263071.

A participação das crianças foi voluntária, mediante autorização do responsável através de assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, não envolvendo riscos à saúde dos indivíduos.

#### **4.6 Retorno aos Participantes**

Após a realização das avaliações antropométricas, dietéticas, bioquímicas, de composição corporal e pressão arterial, todos os voluntários, independente da identificação de alterações nutricionais, foram convidados para atendimento nutricional individual para esclarecimento dos resultados. As crianças com desvios nutricionais

foram encaminhadas ao Serviço de Nutrição da Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa.

Além disso, a partir do diagnóstico encontrado, foram desenvolvidas atividades de educação nutricional na comunidade, realizadas com o apoio de estudantes do Programa de Educação pelo Trabalho para a Saúde (PET-Saúde) e profissionais das Unidades de Saúde, de modo a atingir essa população. Foi entregue também uma versão do relatório final na Secretaria Municipal de Saúde, na Secretaria Municipal de Educação e no Conselho Municipal de Saúde.

#### 4.7 Referências

AMARANTE, C. B.; GERMANO, C. M.; LUCAS, F. C. A. Determinação dos micronutrientes Cu, Fe, Zn e Mn em plantas alimentícias consumidas na comunidade Rio Urubueua de Fátima, Abaetetuba, PA. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, n.12, p. 1-11, 2011.

ARAUJO, T. L.; OLIVEIRA LOPES, M. V.; CAVALCANTE, T. F.; GUEDES, N. G.; MOREIRA, R. P.; CHAVES, E. S.; SILVA, V. M. Análise de indicadores de risco para hipertensão arterial em crianças e adolescentes. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 42, n. 1, p. 120, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE PESQUISA - ABEP. **Critério de Classificação Econômica - Brasil**. São Paulo: ABEP, 2013. Disponível em: <<http://www.abep.org/new/criterioBrasil.aspx>>. Acesso em: 17 de julho de 2014.

FISBERG, R. M.; SLATER, B.; MARCHIONI, D. M. L.; MARTINI, L. A. Anexo 7 - Ajuste de dados de energia e nutrientes para estimar a distribuição da ingestão alimentar habitual em grupos. In: Fisberg RM, Slater B, Marchioni DML, Martini LA, organizadores. Inquéritos alimentares: métodos e bases científicos. Barueri: Editora Manole; 2005. p. 314-22.

JELLIFFE, D. B. **Evaluación del estado de nutrición de la comunidad**. Organización Mundial de Salud, Ginebra, 1968. (OMS - Série de monografias - 53).

MADEIRA I. R.; CARVALHO C. N.; GAZOLLA F. M.; MATOS H. J.; BORGES M. A.; BORDALLO M. A. Cut-off point for Homeostatic Model Assessment for Insulin Resistance (HOMA-IR) index established from Receiver Operating Characteristic (ROC) curve in the detection of metabolic syndrome in overweight pre-puberal children. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 52, n. 9, p. 1466-1473, 2008.

MATTHEWS, D. R.; HOSKER, J. P.; RUDENSKI, A. S.; NAYLOR, B. A.; TREACHER, D. F.; TURNER, R. C. Homeostasis model assessment: insulin resistance

and  $\beta$ -cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. **Diabetologia**, v. 28, n. 7, p. 412-419, 1985.

MCCARTHY, H. D.; JARRETT, K. V.; CRAWLEY, H. F. The development of waist circumference percentiles in British children aged 5.0-16.9 y. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 55, n. 10, p. 902-907, 2001.

MCCARTHY, H. D.; COLE, T. J.; FRY, T.; JEBB, S. A.; PRENTICE, A. M. Body fat reference curves for children. **International Journal of Obesity**, v. 30, n. 4, p. 598-602, 2006.

MCCARTHY, H. D.; ASHWELL, M. A study of central fatness using waist-to-height ratios in UK children and adolescents over two decades supports the simple message– ‘keep your waist circumference to less than half your height’. **International Journal of Obesity**, v. 30, n. 6, p. 988-992, 2006.

NAFIU, O. O.; BURKE, C.; LEE, J.; VOEPEL-LEWIS, T.; MALVIYA, S.; TREMPER, K. K. Neck circumference as a screening measure for identifying children with high body mass index. **Pediatrics**, v. 126, n. 2, p. e306-e310, 2010.

OTTEN, J. J.; HELLWIG, J. P.; MEYERS, L. D. (Eds.). **DRI, dietary reference intakes: the essential guide to nutrient requirements**. National Academies Press, 2006.

PHILIPPI, S. T. Tabela de composição química de alimentos: suporte para decisão nutricional 2 a ed. **São Paulo: Coronária**, p. 1-135, 2002.

ROBINSON, M. S.; MARRIOTT, L. D.; CROZIER, S. R.; HARVEY, N. C.; GALE, C. R.; INSKIP, H. M.; BAIRD, J.; LAW, C. M.; GODFREY, K. M.; COOPER, C. Variations in Infant Feeding Practice Are Associated with Body Composition in Childhood: A Prospective Cohort Study. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, v. 94, n. 8, p. 2799-2805, 2009.

ROSS, A. C.; TAYLOR, C. L.; YAKTINE, A. L.; DEL VALLE, H. B. (Eds.). **Dietary reference intakes for calcium and vitamin D**. National Academies Press, 2011.

SARNO, F.; CLARO, R. M.; LEVY, R. B.; BANDONI, D. H.; FERREIRA, S. R. G.; MONTEIRO, C. A. Estimated sodium intake by the Brazilian population, 2002-2003. **Revista de Saúde Pública**, v. 43, n. 2, p. 219-225, 2009.

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, n. supl. 6, p. 3-36, 2005.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA; SOCIEDADE BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO; SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEFROLOGIA. V Diretrizes

brasileiras de hipertensão arterial. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 89, n. 3, p. e24-e79, 2007.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes: tratamento e acompanhamento do diabetes mellitus**. 2007.

SOPHER, A.; SHEN, W.; PIETROBELLI, A. Pediatric body composition methods. In: **Human Body Composition**. HEYMSFIELD, S. B.; LOHMAN, T. G. L.; WANG, Z.; GOING, S. B. Human Kinetics, 2ª Edição, 2005, 522 p.

TOSCHKE, A.M.; MARTIN, R.M.; VON KRIES, R.; WELLS, J.; SMITH, G.D.; NES S, 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 2. 2006.

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

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*. 85:660-7, 2007.

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/en>.

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

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Caracterização da Amostra

Foram avaliadas 347 crianças, sendo a maioria do sexo feminino, residente na zona urbana e de escolas públicas. Quanto às características socioeconômicas, mais da metade das crianças pertenciam às classes C, D e E; a maioria das mães tinham idade entre 31 e 40 anos, 47,2% tinham mais de oito anos de estudo e cerca de 66% trabalhavam (Tabela 1).

**Tabela 1.** Distribuição das crianças segundo características socioeconômicas e demográficas. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012.

<b>Variável / categoria</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>Sexo</b>		
Masculino	142	40,9
Feminino	205	59,1
<b>Idade</b>		
8 anos	172	49,6
9 anos	175	50,4
<b>Local de residência</b>		
Zona urbana	316	91,1
Zona rural	31	8,9
<b>Tipo de escola</b>		
Pública	270	77,8
Privada	77	22,2
<b>Classe econômica</b>		
A	19	5,5
B	95	27,3
C	172	49,6
D	55	15,9
E	6	1,7
<b>Idade Materna</b>		
20 a 30 anos	70	20,4
> 30 a 40 anos	209	60,9
> 40 a 60 anos	64	18,7
<b>Escolaridade materna</b>		
< 4 anos de estudo	110	32,5
4 a 8 anos de estudo	60	20,4
9 a 11 anos de estudo	105	31,0
> 11 anos de estudo	55	16,2
<b>Trabalho materno</b>		
Não	119	34,5
Sim	226	65,6

Em relação ao estado nutricional, destaca-se que 32% das crianças apresentaram excesso de peso e 4,3% baixo peso (Tabela 2). Segundo Wang, Monteiro e Popkin (2002), a prevalência de excesso de peso em crianças e adolescentes triplicou no Brasil; enquanto a prevalência de déficit ponderal apresentou um declínio acentuado, reduzindo-se para quase a metade. Os resultados do presente estudo refletem o processo de transição nutricional no país, sendo a prevalência de excesso de peso exatamente igual a prevalência verificada em crianças de 5 a 9 anos na Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 (IBGE, 2010). O aumento da prevalência de excesso de peso na infância é alvo de preocupação, tendo em vista que a criança com sobrepeso ou obesidade poderá ter comprometimentos na saúde, associados ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares, entre outras (BRANCA; NIKOGOSIAN; LOBSTEIN, 2007).

Foi observada elevada prevalência de obesidade central (42,4%) nas crianças do estudo. No tocante a relação cintura/estatura (RCE), cerca de 18% das crianças apresentaram risco aumentado para doenças cardiovasculares. Quanto ao perímetro do pescoço (PP), 10,4% das crianças apresentaram esta medida aumentada. A média de gordura corporal avaliada por DEXA (*Dual Energy X-ray Absorptiometry*) foi de 22,9%, sendo que 27,1% apresentaram adiposidade corporal excessiva (Tabela 2).

**Tabela 2.** Distribuição das crianças segundo características antropométricas e de composição corporal. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012.

<b>Variável / categoria</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>Mediana (IIQ)</b>
<b>IMC/idade (kg/m<sup>2</sup>)</b>			16,6 (3,8)
Baixo peso	15	4,3	
Eutrofia	221	63,7	
Sobrepeso	70	20,2	
Obesidade	41	11,8	
<b>Perímetro da cintura (cm)</b>			59,5 (10,9)
Normal	200	57,6	
Aumentado	147	42,4	
<b>Relação cintura estatura</b>			0,45 (0,1)
≤ 0,50	285	82,1	
> 0,50	62	17,9	
<b>Perímetro do pescoço (cm)</b>			27,8 (2,6)
Normal	311	89,6	
Aumentado	36	10,4	
<b>Gordura corporal (%) †</b>			22,9 (9,6)
Normal	253	72,9	
Excessiva	94	27,1	

IMC/idade: Índice de massa corporal por idade; IIQ: intervalo interquartil; † Variável com distribuição normal: média (desvio-padrão).

O PC é uma medida de distribuição de gordura muito utilizada nos estudos e tem demonstrado bom desempenho na avaliação da obesidade central em crianças, apesar de ainda não haver um consenso na literatura quanto ao ponto de corte e local de aferição da medida (MAGALHÃES, 2014).

A RCE é uma medida de risco para a saúde mais simples do que outros índices antropométricos em crianças, como o IMC/idade, uma vez que não requer nenhum ajuste para idade ou sexo, que tem sido utilizado como parâmetro de adiposidade central e preditor significativo de fatores de risco para doenças cardiovasculares em crianças e adolescentes (GOULDING *et al.*, 2010).

O PP é um parâmetro novo que tem mostrado bons resultados como um marcador para a obesidade central na infância, sendo que estudos realizados com crianças já têm demonstrado sua associação com fatores de risco cardiometabólicos (KURTOGLU *et al.*, 2012).

A DEXA, ao contrário do IMC, fornece uma estimativa da distribuição do peso corporal, distinguindo os conteúdos de massa gorda, massa óssea e massa livre de gordura. Apesar de medir gordura total com alta precisão e radiação relativamente baixa, não distingue a gordura intra-abdominal da subcutânea (SARDINHA; TEIXEIRA, 2005). O conhecimento do padrão de distribuição de gordura é importante, uma vez que relaciona-se ao prognóstico de risco para a saúde, sendo que a obesidade central se associa mais fortemente a diversos fatores de risco para doenças cardiovasculares (DCV), quando comparada à obesidade corporal total (SAVVA *et al.*, 2000).

A hiperglicemia e hiperinsulinemia foram verificadas em 4,9 e 4,1% das crianças, respectivamente, e a prevalência de HOMA-IR (HOMA-IR: *Homeostasis Model Assessment - Insulin Resistance*) aumentado foi de 12,2%. Quanto à prevalência de dislipidemias, observou-se que mais da metade das crianças apresentavam hipercolesterolemia (55,9%), sendo a mediana de colesterol total 177,1 mg/dL. Além disso, 6,38% e 23,77% apresentaram triglicerídeos elevados e HDL baixo, respectivamente. A hipertensão arterial sistêmica (HAS) foi verificada em 3,8% das crianças avaliadas (Tabela 3).

A presença de níveis glicêmicos elevados exerce papel importante na patogênese das DCV, produzindo alterações estruturais e funcionais nas lipoproteínas, causando modificações na biologia vascular, acelerando os eventos moleculares e celulares que levam à aterosclerose. Quando a hiperglicemia se torna evidente, as partículas de LDL

se tornam mais aterogênicas ao sofrerem glicosilação, aumentando, assim, o risco cardiovascular (RABELO, 2001).

**Tabela 3.** Distribuição das crianças segundo características bioquímicas e de pressão arterial. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012.

<b>Variável / categoria</b>	<b>n</b> <sup>*</sup>	<b>%</b>	<b>Mediana (IIQ)</b>
<b>Glicemia (mg/dL) †</b>			88,0 (6,7)
Normal	328	95,1	
Alterada	17	4,9	
<b>Insulina (mU/mL)</b>			6,0 (4,3)
Desejável	320	92,8	
Limítrofe	11	3,2	
Aumentado	14	4,1	
<b>HOMA-IR</b>			1,3 (1,0)
Desejável	303	87,8	
Aumentado	42	12,2	
<b>Colesterol total (mg/dL) †</b>			177,1 (29,9)
Desejável	65	18,8	
Limítrofe	87	25,2	
Aumentado	193	55,9	
<b>LDL (mg/dL) †</b>			109,2 (25,9)
Desejável	133	38,6	
Limítrofe	139	40,3	
Aumentado	73	21,1	
<b>HDL (mg/dL)</b>			52,0 (15,0)
Desejável	263	76,2	
Baixo	82	23,8	
<b>Triglicerídeos (mg/dL)</b>			64,0 (39,0)
Desejável	288	83,5	
Limítrofe	35	10,1	
Aumentado	22	6,4	
<b>Pressão arterial (mmHg)</b>			98/59 (13/11) <sup>a</sup>
Normal	309	89,3	
Pré-Hipertensão	24	6,9	
Hipertensão	13	3,8	

HOMA-IR: *Homeostasis Model Assessment - Insulin Resistance*; IIQ: intervalo interquartilico; † Variável com distribuição normal: média (desvio-padrão); \* Algumas crianças não realizaram avaliação bioquímica; <sup>a</sup> Pressão arterial sistólica / pressão arterial diastólica.

O HOMA-IR é um método alternativo para a determinação da resistência insulínica, utilizado em muitos estudos em substituição ao clampeamento euglicêmico e hiperinsulinêmico, o qual é a medida "padrão ouro" para a resistência à insulina (FERRANINI; MARI, 1998). A resistência insulínica em si está associada a níveis elevados de risco cardiovascular na população pediátrica estando, dessa forma,



etiologicamente relacionada ao desenvolvimento das DCV (SINAIKO *et al.*, 2005; SINAIKO *et al.*, 2006).

O colesterol total elevado e a HAS estão entre os três fatores de risco mais importantes para o desenvolvimento das doenças cardiovasculares (DCV), enquanto que a hipertrigliceridemia é relacionada positivamente com o risco de DCV, porém quando o HDL -colesterol é elevado, este risco é neutralizado (GERBER; ZIELINSKY, 1997).

A tabela 4 mostra a distribuição da ingestão dietética de macro e micronutrientes das crianças avaliadas.

**Tabela 4.** Distribuição da ingestão dietética de macro e micronutrientes das crianças, segundo sexo. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012.

Nutriente	Total	Meninos	Meninas	P
	Mediana (IIQ)	Mediana (IIQ)	Mediana (IIQ)	
Energia (kcal)	1533,6 (491,25)	1450,9 (499,9)	1572,3 (495,7)	0,061
Carboidrato (% kcal)	53,9 (30,0)	54,4 (32,5)	53,1 (26,2)	0,408
Proteína (% kcal)	13,7 (8,5)	14,6 (8,6)	13,1 (8,1)	0,129
Lipídio (% kcal)	30,2 (21,4)	32,0 (24,3)	29,7 (18,7)	0,293
Gordura monoinsaturada (g)	13,0 (5,0)	13,3 (5,7)	13,0 (4,8)	0,861
Gordura poliinsaturada (g)	7,8 (4,4)	8,1 (5,1)	7,5 (3,9)	0,592
Gordura saturada (g) <sup>†</sup>	16,1 (7,6)	16,7 (7,7)	15,7 (7,4)	0,212
Fibra (g)	12,3 (11,9)	11,9 (10,3)	12,6 (12,4)	0,742
Vitamina C (mg)	40,1 (62,1)	42,8 (63,4)	38,5 (60,8)	0,507
Tiamina (mg)	1,4 (0,8)	1,4 (0,8)	1,3 (0,7)	0,158
Riboflavina (mg)	1,2 (1,1)	1,3 (1,0)	1,1 (1,1)	0,298
Niacina (mg)	12,0 (5,2)	11,6 (5,4)	12,1 (5,2)	0,146
Vitamina B <sub>6</sub> (mg)	1,0 (0,6)	1,0 (0,7)	1,0 (0,6)	0,193
Sódio (mg)	1934,1 (1297,7)	1843,4 (1434,7)	1965,8 (1178,0)	0,977
Cálcio (mg)	458,4 (522,4)	447,3 (482,2)	488,4 (541,8)	0,716
Ferro (mg)	9,4 (5,1)	9,8 (5,5)	9,1 (4,6)	0,154
Potássio (mg)	1457,8 (1156,9)	1580,6 (1136,0)	1385,5 (1113,3)	0,038*
Fósforo (mg) <sup>†</sup>	785,2 (326,9)	759,7 (314,8)	802,9 (334,6)	0,227
Zinco (mg)	5,5 (4,2)	5,2 (4,4)	5,6 (4,1)	0,234
Magnésio (mg)	158,2 (105,2)	154,2 (108,0)	160,3 (103,0)	0,163
Manganês (mg)	1,0 (1,0)	1,1 (0,9)	1,0 (1,0)	0,949
Cobre (mg)	0,8 (0,5)	0,8 (0,5)	0,8 (0,5)	0,708

IIQ: intervalo interquartil; <sup>†</sup> Variável com distribuição normal: média (desvio-padrão). \*Diferença significativa (p < 0,05).

A mediana de consumo de fibra foi 12,3 g e a de cálcio 458,4 mg. Verificou-se também uma ingestão média de gordura saturada de 16,1 g e uma mediana de consumo de sódio de 1934,1 mg. Observou-se diferença significativa na ingestão de potássio entre os sexos, sendo observada maior mediana de consumo entre os meninos. O maior

consumo de potássio pode refletir um maior consumo alimentos de origem vegetal nos indivíduos do sexo masculino. No estudo de Brady e colaboradores (2000), com crianças e adolescentes na faixa etária de 7 a 14 anos, mostrou que os meninos eram mais propensos a atender as recomendações de consumo do grupo das hortaliças.

Não foram observadas diferenças significantes na ingestão dietética de macro e micronutrientes entre as crianças residentes na zona urbana e rural. Por outro lado, em relação à classe econômica e tipo de escola, observaram-se maiores médias de consumo de gordura saturada nas crianças das classes econômicas mais altas (Tabela 5) e de escolas privadas (Tabela 6). Verificou-se também diferença significativa na ingestão dietética de magnésio entre as crianças de escolas públicas e privadas, sendo verificada uma maior mediana entre as crianças de escola pública (Tabela 6).

**Tabela 5.** Distribuição da ingestão dietética de macro e micronutrientes das crianças, segundo classes econômicas. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012.

Nutriente	A/B	C/D/E	P
	Mediana (IIQ)	Mediana (IIQ)	
<b>Energia (kcal)</b>	1564,6 (492,5)	1497,7 (502,8)	0,237
<b>Carboidrato (% kcal)</b>	52,7 (26,3)	54,5 (32,5)	0,245
<b>Proteína (% kcal)</b>	13,6 (9,0)	13,8 (8,2)	0,632
<b>Lipídio (% kcal)</b>	30,1 (18,4)	30,3 (21,5)	0,841
<b>Gordura monoinsaturada (g)</b>	13,4 (6,0)	12,9 (5,0)	0,846
<b>Gordura poliinsaturada (g)</b>	7,9 (4,7)	7,8 (4,1)	0,753
<b>Gordura saturada (g) <sup>†</sup></b>	17,2 (7,9)	15,6 (7,4)	0,026*
<b>Fibra (g)</b>	12,0 (12,6)	12,4 (11,1)	0,573
<b>Vitamina C (mg)</b>	41,0 (48,1)	38,7 (66,2)	0,426
<b>Tiamina (mg)</b>	1,4 (0,8)	1,4 (0,8)	0,835
<b>Riboflavina (mg)</b>	1,1 (1,1)	1,2 (1,0)	0,104
<b>Niacina (mg)</b>	11,7 (4,5)	12,3 (5,5)	0,054
<b>Vitamina B<sub>6</sub> (mg)</b>	1,1 (0,7)	1,0 (0,6)	0,931
<b>Sódio (mg)</b>	1995,6 (1090,6)	1830,0 (1348,7)	0,579
<b>Cálcio (mg)</b>	471,4 (547,5)	455,0 (514,9)	0,204
<b>Ferro (mg)</b>	9,1 (4,8)	9,7 (5,3)	0,651
<b>Potássio (mg)</b>	1565,9 (1159,0)	1397,6 (1158,4)	0,469
<b>Fósforo (mg) <sup>†</sup></b>	778,7 (295,8)	788,4 (341,6)	0,795
<b>Zinco (mg)</b>	5,0 (3,0)	5,9 (4,5)	0,086
<b>Magnésio (mg)</b>	148,5 (90,9)	163,8 (101,4)	0,129
<b>Manganês (mg)</b>	1,1 (0,9)	1,0 (1,0)	0,705
<b>Cobre (mg)</b>	0,8 (0),4	0,8 (0,5)	0,506

IIQ: intervalo interquartilico; <sup>†</sup> Variável com distribuição normal: média (desvio-padrão). \*Diferença significativa (p< 0,05).

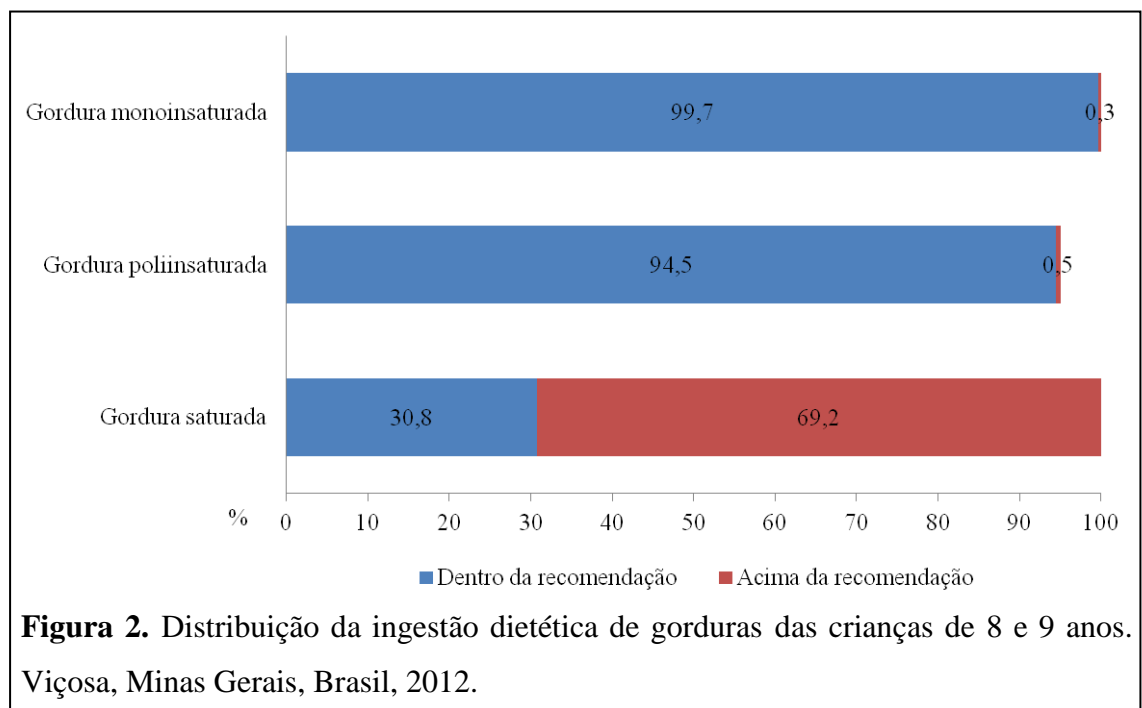
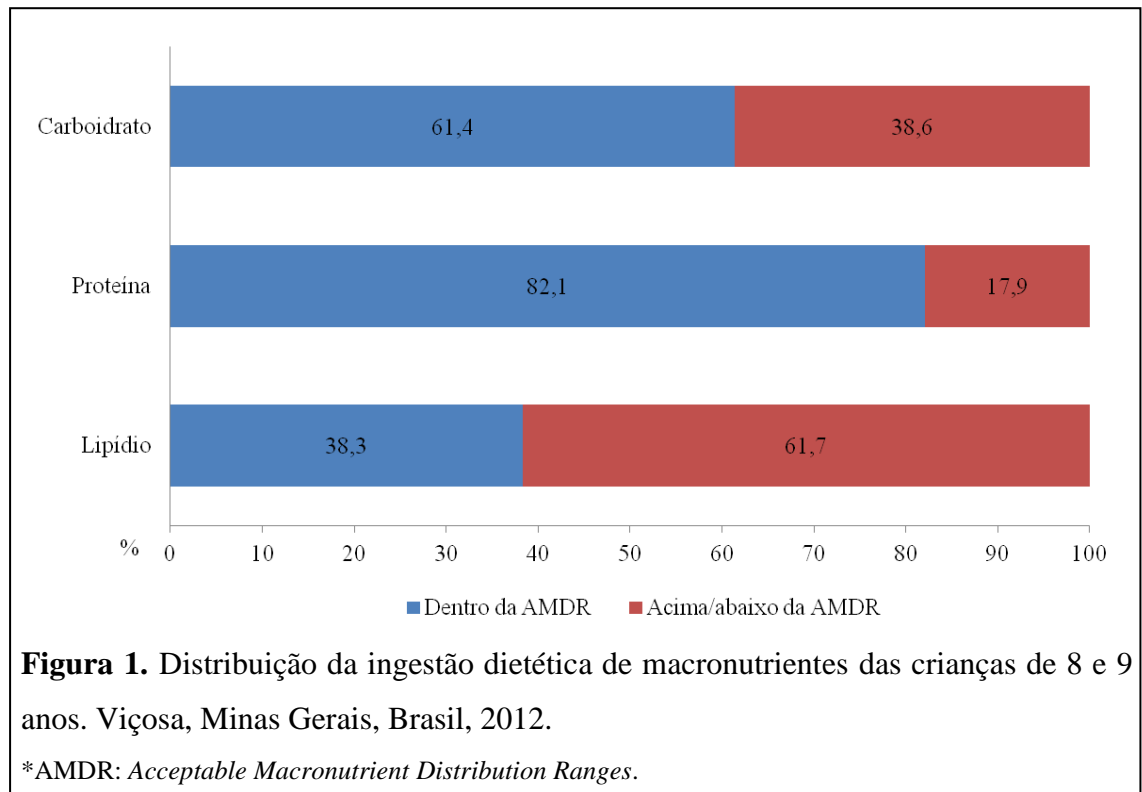
O maior consumo de gordura saturada nas crianças das classes econômicas mais altas podem refletir o maior poder de compra de alimentos processados e ultraprocessados dessas famílias (IBGE, 2010). As diferenças de consumo entre as crianças de escolas públicas e privadas podem estar relacionadas a influência do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), o qual, segundo a Portaria Interministerial nº 1010/2006, tem como eixos prioritários: ações de educação alimentar e nutricional; estímulo à produção de hortas escolares; estímulo à implantação de boas práticas de manipulação de alimentos; restrição ao comércio e à promoção comercial de alimentos e preparações com altos teores de gordura saturada, gordura trans, açúcar livre e sal e incentivo ao consumo de frutas, legumes e verduras e monitoramento da situação nutricional dos escolares (BRASIL, 2006).

**Tabela 6.** Distribuição da ingestão dietética de macro e micronutrientes das crianças, segundo tipo de escola. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012.

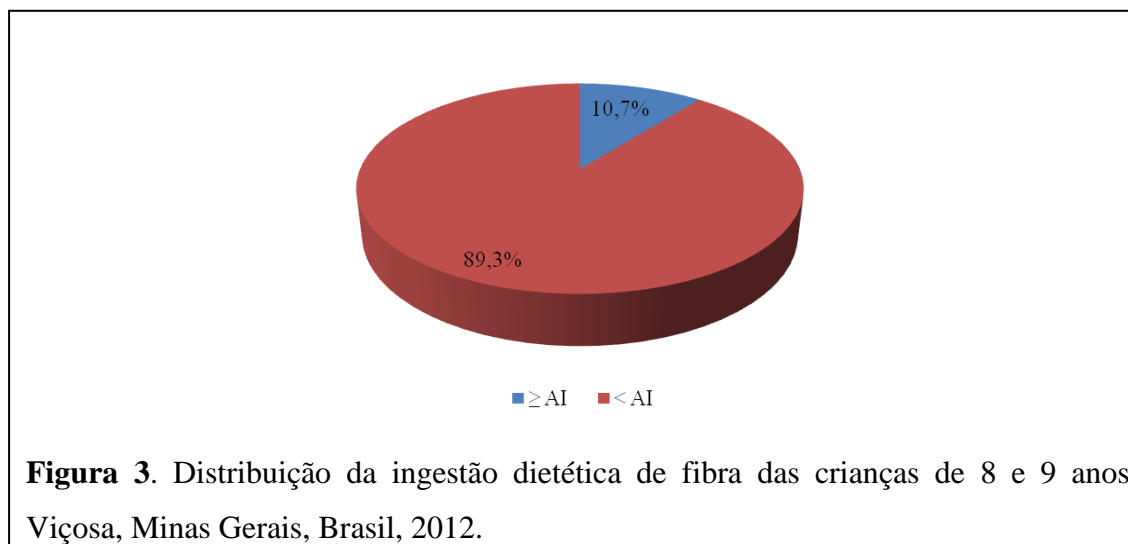
Nutriente	Pública	Privada	P
	Mediana (IIQ)	Mediana (IIQ)	
<b>Energia (Kcal)</b>	1531,9 (506,7)	1553,0 (475,0)	0,880
<b>Carboidrato (% kcal)</b>	53,7 (29,7)	55,5 (29,0)	0,817
<b>Proteína (% kcal)</b>	13,5 (7,8)	14,0 (10,0)	0,964
<b>Lipídio (% kcal)</b>	30,2 (19,7)	30,2 (26,4)	0,986
<b>Gordura monoinsaturada (g)</b>	13,0 (4,9)	13,2 (5,6)	0,559
<b>Gordura poliinsaturada (g)</b>	7,8 (4,2)	7,7 (4,8)	0,903
<b>Gordura saturada (g) <sup>†</sup></b>	15,6 (7,3)	17,9 (8,1)	0,001*
<b>Fibra (g)</b>	12,1 (11,1)	12,8 (11,0)	0,474
<b>Vitamina C (mg)</b>	38,6 (65,8)	42,0 (44,7)	0,891
<b>Tiamina (mg)</b>	1,3 (0,7)	1,4 (0,8)	0,122
<b>Riboflavina (mg)</b>	1,2 (1,1)	0,9 (0,9)	0,083
<b>Niacina (mg)</b>	12,1 (5,1)	11,6 (5,6)	0,091
<b>Vitamina B<sub>6</sub> (mg)</b>	1,0 (0,6)	1,0 (0,7)	0,232
<b>Sódio (mg)</b>	1951,0 (1378,3)	1881,6 (808,0)	0,617
<b>Cálcio (mg)</b>	466,1 (525,0)	449,0 (466,5)	0,896
<b>Ferro (mg)</b>	9,4 (5,2)	9,3 (4,9)	0,900
<b>Potássio (mg)</b>	1447,9 (1114,6)	1511,7 (1154,2)	0,865
<b>Fósforo (mg) <sup>†</sup></b>	799,1 (344,8)	736,3 (250,2)	0,137
<b>Zinco (mg)</b>	5,7 (4,3)	4,8 (3,0)	0,167
<b>Magnésio (mg)</b>	161,9 (101,4)	142,4 (91,6)	0,034*
<b>Manganês (mg)</b>	1,0 (1,0)	1,0 (1,2)	0,620
<b>Cobre (mg)</b>	0,8 (0,5)	0,8 (0,3)	0,928

IIQ: intervalo interquartilico; <sup>†</sup> Variável com distribuição normal: média (desvio-padrão). \*Diferença significativa (p< 0,05).

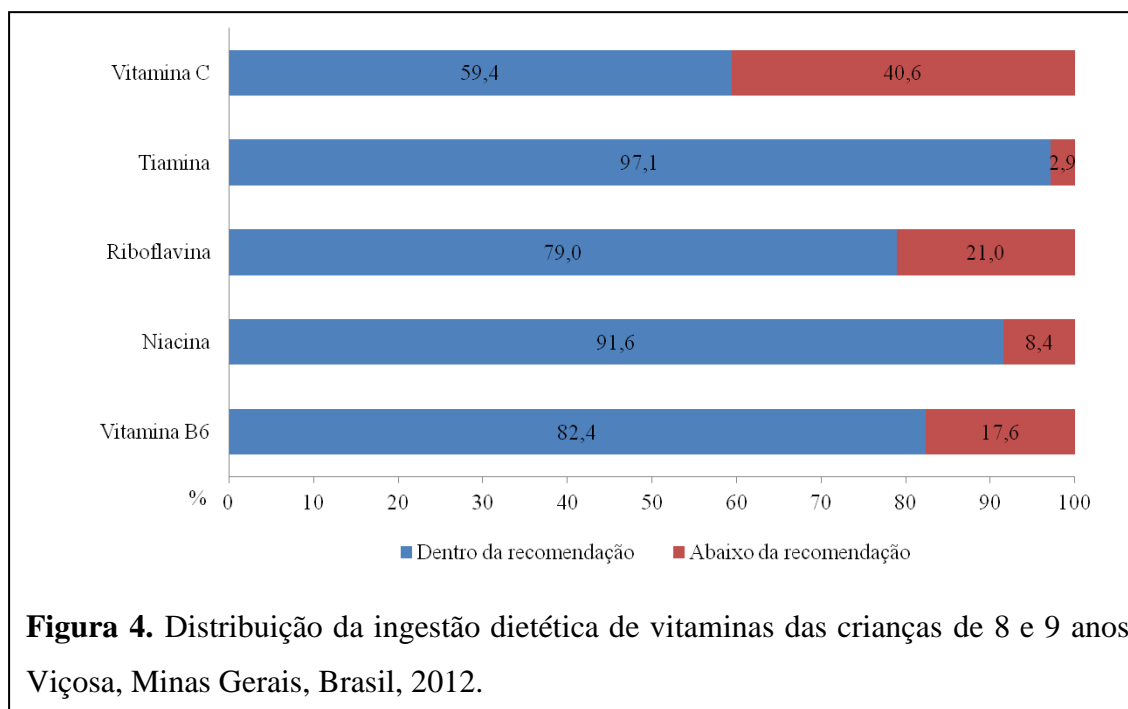
Quanto à adequação da ingestão dietética, destaca-se que mais da metade das crianças apresentaram um consumo de lipídio fora da faixa de distribuição recomendada (Figura 1) e cerca de 70% apresentaram um consumo de gordura saturada superior a 7% do valor energético total (Figura 2) e em torno de 90% apresentaram um consumo de fibra abaixo das recomendações (Figura 3).



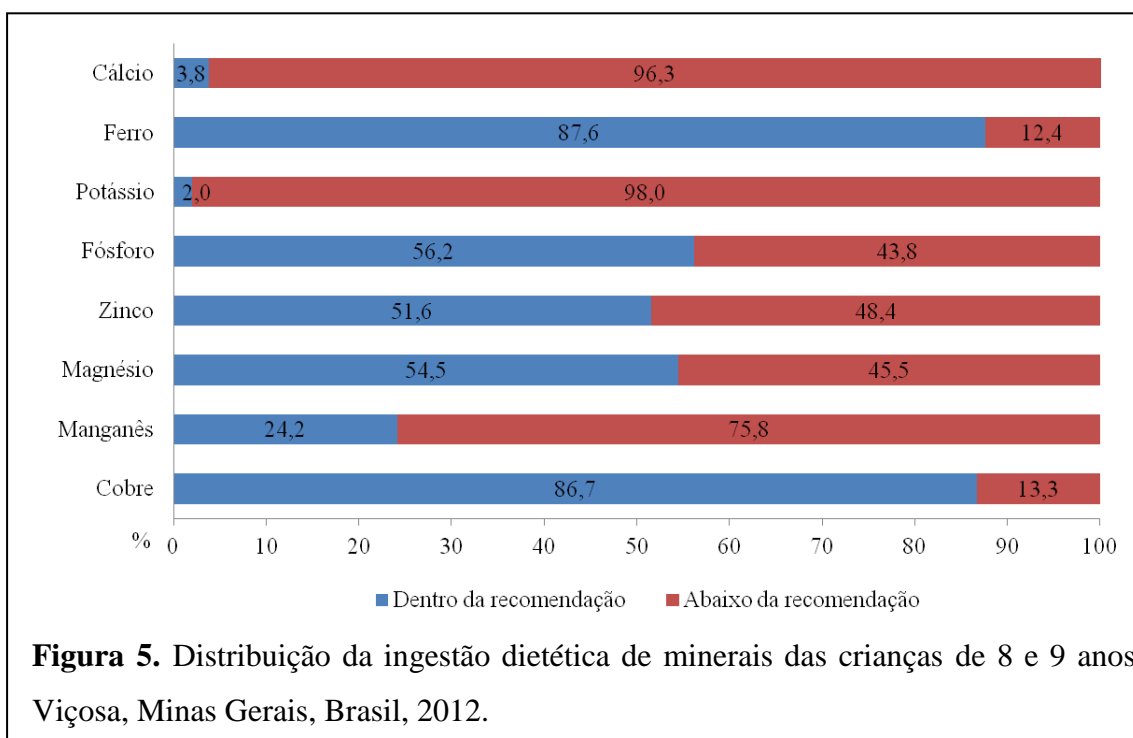
Estes dados são preocupantes, uma vez que, o baixo consumo de fibras e elevada ingestão de gordura, especialmente as saturadas, contribuem para o desenvolvimento de fatores de risco para as DCV (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA *et al.*, 2005; SANTOS *et al.*, 2008).



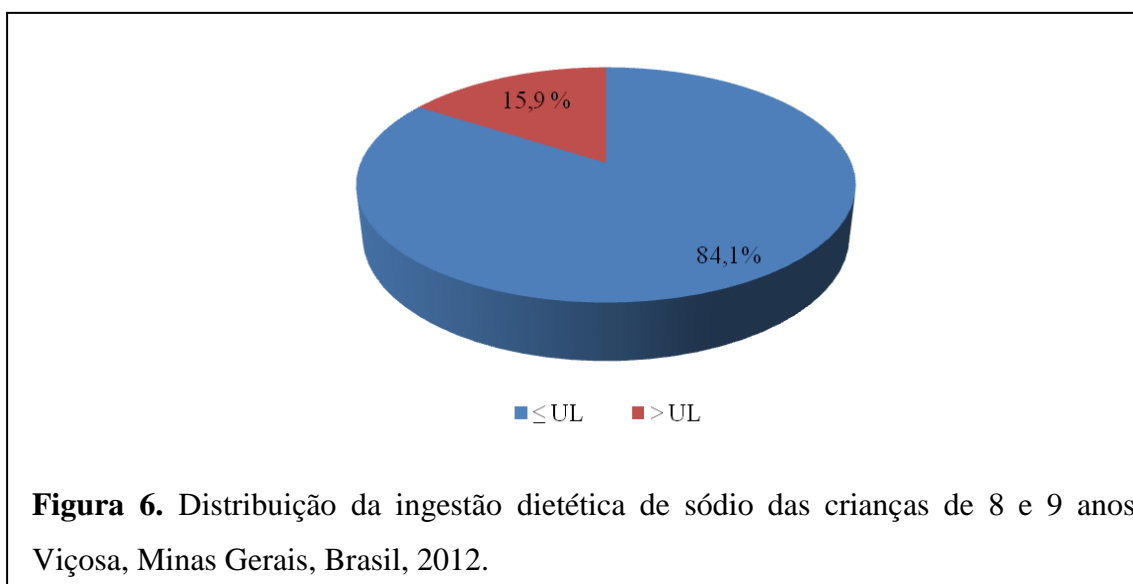
Em relação a ingestão dietética de micronutrientes, observou-se um consumo inadequado de vitamina C em 40,6% das crianças (Figura 4).



O consumo de cálcio (96,3%), potássio (98,0%) e manganês (75,8%), esteve abaixo das recomendações para na maioria das crianças avaliadas (Figura 5).



Destaca-se também, que o consumo de sódio acima do limite máximo tolerável foi verificado em cerca de 16% das crianças (Figura 6).



O elevado percentual de consumo de cálcio abaixo da recomendação é um dado que merece atenção, considerando o importante papel que esse nutriente desempenha na saúde óssea (BUENO; CZEPIELEWSKI, 2008), bem como devido ao seu possível efeito sobre a obesidade e comorbidades associadas (TORRES; SANJULIANI, 2012).

Um percentual considerável de crianças com ingestão de sódio acima dos limites máximos toleráveis é um dado muito preocupante. O elevado consumo de sódio é um dos principais fatores dietéticos que contribuem para a elevação pressão arterial, sendo esse efeito hipertensor já observado na infância (WILSON *et al.*, 1998; FEBER; AHMED, 2010).

### 5.1.1 Referências

BRADY, L. M.; LINDQUIST, C. H.; HERD, S. L.; GORAN, M. I. . Comparison of children's dietary intake patterns with US dietary guidelines. **British Journal of Nutrition**, v. 84, n. 03, p. 361-367, 2000.

BRANCA, F.; NIKOGOSIAN, H.; LOBSTEIN, T. (Ed.). **The Challenge of Obesity in the WHO European Region and the Strategies for Response: Summary**. World Health Organization, 2007.

BRASIL. Portaria Interministerial nº 1.010 de 8 de maio de 2006: Institui as diretrizes para a Promoção da Alimentação Saudável nas Escolas de educação infantil, fundamental e nível médio das redes públicas e privadas, em âmbito nacional. **Diário Oficial da União**, 2006. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/fnde/legislacao/portarias/item/3535-portaria-interministerial-n%C2%BA-1010-de-8-de-maio-de-2006>>. Acesso em: 17 de outubro de 2014.

BUENO, A. L.; CZEPIELEWSKI, M. A. A importância do consumo dietético de cálcio e vitamina D no crescimento. **Jornal de Pediatria**, v. 84, n. 5, p. 386-394, 2008.

FEBER, J.; AHMED, M. Hypertension in children: new trends and challenges. **Clinical science**, v. 119, p. 151-161, 2010.

FERRANNINI, E.; MARI, A. How to measure insulin sensitivity. **Journal of Hypertension**, v. 16, n. 7, p. 895-906, 1998.

GERBER, Z. R. S.; ZIELINSKY, P. Fatores de risco de aterosclerose na infância. Um estudo epidemiológico. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 69, n. 4, p. 231-236, 1997.

GOULDING, A.; TAYLOR, R. W.; GRANT, A. M.; PARNELL, W. R.; WILSON, N. C.; WILLIAMS, S. M. Waist-to-height ratios in relation to BMI z-scores in three ethnic groups from a representative sample of New Zealand children aged 5–14 years. **International Journal of Obesity**, v. 34, n. 7, p. 1188-1190, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil. Rio de Janeiro; 2010.

KURTOGLU, S.; HATIPOGLU, N.; MAZICIOGLU, M. M.; KONDOLOT, M. Neck circumference as a novel parameter to determine metabolic risk factors in obese children. **European journal of clinical investigation**, v. 42, n. 6, p. 623-630, 2012.

MAGALHÃES, E. I. S.; SANT'ANA, L. F. R.; PRIORE, S. E.; FRANCESCHINI, S. C. C. Waist circumference, waist/height ratio, and neck circumference as parameters of central obesity assessment in children. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 32, n. 3, p. 273-281, 2014.

RABELO, L. M. Fatores de risco para doença aterosclerótica na adolescência. **Jornal de Pediatria**, v. 77, n. S2, p. 153-164, 2001.

SARDINHA, L.B.; TEIXEIRA, P.J. Measuring adiposity and fat distribution in relation to health. In: Heymsfield SB, Lohman TG, Wang Z, Going SB, editors. Human body composition. 2nd ed. United States of America: Human Kinetics; 2005. p.177-201.

SAVVA, S. C.; TORNARITIS, M.; SAVVA, M.E.; KOURIDES, Y.; PANAGI, A.; SILIKIOTOU, N. *et al.* Waist circumference and waist-to-height ratio are better predictors of cardiovascular disease risk factors in children than body mass index. **International Journal Obesity and Related Metabolic Disorders**. v. 24, p.1453-8, 2000.

SANTOS, M. G.; PEGORARO, M.; SANDRINI, F.; MACUCO, E. C. Fatores de risco no desenvolvimento da aterosclerose na infância e adolescência. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 90, n. 4, p. 301-308, 2008.

SINAIKO, A. R.; STEINBERGER, J.; MORAN, A.; PRINEAS, R. J.; VESSBY, B.; BASU, S.; JACOBS, D. R. Relation of body mass index and insulin resistance to cardiovascular risk factors, inflammatory factors, and oxidative stress during adolescence. **Circulation**, v. 111, n. 15, p. 1985-1991, 2005.

SINAIKO, A. R.; STEINBERGER, J.; MORAN, A.; HONG, C. P.; PRINEAS, R. J.; JACOBS, D. R. Influence of insulin resistance and body mass index at age 13 on systolic blood pressure, triglycerides, and high-density lipoprotein cholesterol at age 19. **Hypertension**, v. 48, n. 4, p. 730-736, 2006.

TORRES, M. R.; SANJULIANI, A. F. Does calcium intake affect cardiovascular risk factors and/or events? **Clinics**, v. 67, n. 7, p. 839-844, 2012.

WANG, Y.; MONTEIRO, C.; POPKIN, B. M. Trends of obesity and underweight in older children and adolescents in the United States, Brazil, China, and Russia. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 75, n. 6, p. 971-977, 2002.

WILSON, A. C.; FORSYTH, J. S.; GREENE, S. A.; IRVINE, L.; HAU, C.; HOWIE, P. W. Relation of infant diet to childhood health: seven year follow up of cohort of children in Dundee infant feeding study. **Bmj**, v. 316, n. 7124, p. 21-25, 1998.



## 5.2 Desenvolvimento dos Artigos Científicos

A partir da análise de regressão de Poisson para verificar a associação entre a ingestão dietética de macro e micronutrientes com os fatores de risco cardiovasculares foram construídos modelos de regressão múltipla para o controle de variáveis de confusão, resultando na elaboração de três artigos científicos. Os artigos têm como variável desfecho: o excesso de peso (Artigo 1), a hipertensão arterial (Artigo 2) e a resistência insulínica (Artigo 3), sendo eles:

1. Ingestão de cálcio e fósforo está associada com o excesso de peso em crianças brasileiras.
2. Elevada ingestão de sódio e baixo consumo de magnésio estão associados com a hipertensão arterial em crianças brasileiras.
3. Ingestão de ferro e vitamina B<sub>6</sub> está associada com a resistência à insulina em crianças brasileiras.

### 5.2.1 Artigo 1: Ingestão de cálcio e fósforo está associada com o excesso de peso em crianças brasileiras.

#### Resumo

**Objetivo:** Avaliar a associação entre a ingestão dietética de macro e micronutrientes e o excesso de peso em crianças. **Metodologia:** Trata-se de um estudo transversal representativo, realizado com 347 crianças de 8 e 9 anos do município de Viçosa-MG, Brasil. Foram aferidas medidas de peso e estatura para o cálculo do índice de massa corporal (IMC), sendo o estado nutricional das crianças avaliado segundo os pontos de corte de IMC/idade propostos pela Organização Mundial de Saúde. A ingestão dietética foi avaliada pelo preenchimento de três registros alimentares em dias não consecutivos, incluindo um fim de semana. Os dados dos registros foram corrigidos pela variabilidade intraindividual e ajustados pela energia segundo o método residual. A associação entre a ingestão dietética e o excesso de peso foi verificada por meio de regressão de Poisson com variâncias robustas. **Resultados:** O excesso de peso foi verificado em 32% das crianças. Observou-se um elevado percentual de inadequação do consumo de fibra (89,3%), cálcio (96,3%) e potássio (98%). Uma maior prevalência de excesso de peso foi verificada nas crianças com consumo de cálcio no menor quintil (RP: 1,41; IC95%: 1,01-1,96), bem como naquelas com ingestão de fósforo no maior quintil (RP: 1,43; IC95%: 1,03-2,00). **Conclusão:** O menor consumo de cálcio e maior ingestão de fósforo associaram-se ao excesso de peso nas crianças avaliadas. Estudos relatando esses achados ainda são escassos na população infantil, ressaltando a necessidade de mais pesquisas que avaliem a relação da ingestão dietética de micronutrientes com o excesso de peso na infância.

**Palavras-chave:** Micronutrientes, cálcio, fósforo, sobrepeso, obesidade, crianças.

## Introdução

A prevalência de sobrepeso e obesidade infantil tem aumentado consideravelmente em todo o mundo nas últimas décadas (HAN; LAWLOR; KIMM, 2010). No Brasil, o excesso de peso é hoje um dos mais sérios problemas de saúde pública do país. Dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 mostram elevadas taxas de sobrepeso e obesidade em todas as classes socioeconômicas e regiões, acometendo 33,5% das crianças de cinco a nove anos de idade (IBGE, 2010).

O excesso de peso na infância frequentemente persiste ao longo da fase adulta, e pode afetar negativamente as funções cardiometabólicas do organismo, o que predispõe ao desenvolvimento de comorbidades a curto e longo prazo, tais como diabetes *mellitus*, hipertensão arterial e dislipidemias (LUDWIG, 2007; HODGES *et al.*, 2013).

A ingestão dietética desempenha um importante papel na etiologia, manejo e prevenção do excesso de peso tanto em crianças como em adultos (MAGAREY *et al.*, 2011). Dentre os fatores de risco modificáveis, os hábitos alimentares são os mais estreitamente relacionados ao aumento significativo da prevalência de sobrepeso e obesidade na população (BYERS; SEDJO, 2007).

A maioria dos estudos, visando elucidar os mecanismos dietéticos que podem influenciar as alterações metabólicas, avalia o efeito dos macronutrientes por serem nutrientes energéticos, enquanto que os micronutrientes, por não apresentarem valor calórico, são menos estudados (MAJOR *et al.*, 2008).

Existem evidências de que a ingestão dietética de vitaminas e minerais também possa estar envolvida na gênese do excesso de peso (CARRUTH; SKINNER, 2001; PINHAS-HAMIEL *et al.*, 2003; SKINNER *et al.*, 2003; NEAD *et al.*, 2004; MOREIRA *et al.*, 2005; AEBERLI *et al.*, 2006; SAMADI *et al.*, 2012). Entretanto, tais estudos são relativamente escassos na população pediátrica, sendo este tema pouco explorado. Nesse contexto, o objetivo deste foi estimar a associação entre a ingestão dietética de macro e micronutrientes e o excesso de peso em crianças brasileiras.

## **Metodologia**

### ***Delineamento e população de estudo***

Trata-se de um estudo transversal representativo das crianças de 8 e 9 anos do município de Viçosa, Minas Gerais. A faixa etária foi escolhida visando evitar as variações fisiológicas que poderiam ocorrer com a escolha de toda a faixa etária escolar.

A amostra foi calculada no *software* Epi Info 7.0, considerando-se o número total de escolares na faixa etária estudada no ano de 2012 (N= 1259), uma prevalência de 50% de alterações cardiometabólicas, um erro padrão de 5% com intervalo de confiança de 95%, erro amostral de 20%, perda estimada de 20% e acréscimo de 10% para análise multivariada, o que resultou numa amostra de 381 crianças, sendo 80% de escola pública e 20% de escola particular, visando respeitar a proporcionalidade entre as redes de ensino.

As crianças foram selecionadas aleatoriamente, a partir de um universo de indivíduos matriculados em todas as escolas do município através de sorteio no programa Microsoft Excel 2007. A criança selecionada era abordada na escola e orientada a entregar aos pais ou responsáveis uma carta convite, na qual eram explicados os objetivos do estudo, e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Não foram incluídas no estudo crianças com alguma alteração de saúde ou em uso de medicamentos que pudessem interferir no seu estado nutricional.

A amostra deste estudo foi composta por 347 crianças, uma vez que ocorreu uma perda de 8,9% destas, em virtude da não entrega dos registros alimentares solicitados. Contudo, o percentual de perdas foi inferior ao previsto no cálculo amostral (20%).

### ***Avaliação socioeconômica e demográfica***

Após o consentimento dos pais ou responsáveis, foi aplicado um questionário aos mesmos, para coleta de informações socioeconômicas e demográficas, incluindo idade, sexo, local de residência, tipo de escola, idade mãe e escolaridade materna. Foram utilizados os critérios estabelecidos pela Associação Brasileira de Empresas de Pesquisas (ABEP, 2013), para classificação econômica das famílias.

### ***Avaliação antropométrica***

A avaliação antropométrica foi realizada de acordo com as recomendações de Jelliffe (1968). A medida de peso foi obtida em balança eletrônica Marte<sup>®</sup> PP180, com

capacidade de 150 quilos e sensibilidade de 50 gramas e a estatura aferida utilizando-se antropômetro vertical Altuxata<sup>®</sup>, com extensão de 2 metros, dividido em centímetros e subdividido em milímetros. A verificação da estatura foi realizada em duplicata, sendo o valor final determinado pela média das duas medidas.

O estado nutricional foi avaliado segundo o Índice de Massa Corporal (IMC) por idade, de acordo com os pontos de cortes em escore-z preconizados pela Organização Mundial de Saúde (2007) com o auxílio do *software* WHO Anthro Plus (WHO, 2009). Foram classificadas com excesso de peso, as crianças com escore-z  $\geq +1$ .

### ***Avaliação dietética***

A avaliação dietética foi realizada a partir do preenchimento de três registros alimentares pelas crianças com auxílio dos pais ou responsáveis, em dias não consecutivos, incluindo um dia de fim de semana (sábado ou domingo). Os indivíduos receberam orientações detalhadas sobre a forma de preenchimento do mesmo. As informações registradas foram revisadas sempre que necessário, utilizando-se álbum fotográfico para auxílio na determinação do tamanho das porções consumidas (ZABOTTO; VIANA; GIL, 1996).

As quantidades dos alimentos consumidos em medidas caseiras foram convertidas em gramas/mililitros e a composição química analisada no *software* Diet Pro 5i. Priorizou-se a utilização de tabelas brasileiras (UNICAMP/NEPA, 2006; PHILIPPI, 2002), uma vez que a maioria dos micronutrientes presentes nos alimentos depende da concentração destes nutrientes no solo (AMARANTE; GERMANO; LUCAS, 2011).

Foi estimado o consumo de carboidrato, fibra alimentar, proteína, lipídio, gorduras saturadas, monoinsaturadas e poliinsaturadas; cálcio, cobre, ferro, fósforo, magnésio, manganês, niacina, potássio, riboflavina, sódio, tiamina, vitamina B<sub>6</sub>, vitamina C e zinco. Para avaliar a adequação da ingestão dietética, consideraram-se as recomendações nutricionais do *Institute of Medicine* - IOM (OTTEN; HELLWIG; MEYERS, 2006; ROSS *et al.*, 2011) e da I Diretriz de Prevenção da Aterosclerose na Infância e na Adolescência (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA *et al.*, 2005).

### ***Análise dos dados***

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do *software* Stata versão 9.1. As variáveis contínuas foram testadas quanto à normalidade realizando-se o teste

Kolmogorov-Smirnov. As variáveis categóricas foram descritas em valores absolutos e em percentuais e as quantitativas por meio de medidas de tendência central e de dispersão. As médias/medianas amostrais de consumo de macro e micronutrientes, bem como os quintis das distribuições de ingestão foram estimados com base nos dados dos registros alimentares, corrigidos pela variabilidade intraindividual (FISBERG *et al.*, 2005) e ajustados pela energia, segundo o método residual estabelecido por Willett e Stampfer (1998).

A associação entre a ingestão dietética e o excesso de peso foi verificada por meio de regressão de Poisson com variâncias robustas. Inicialmente, realizou-se análise bivariada para avaliar possíveis associações entre os quintis de ingestão de macro e micronutrientes com o excesso de peso. As variáveis que apresentaram p-valor inferior a 0,20 na análise bivariada foram incluídas na análise multivariada.

Para a seleção do modelo final, foi utilizada a estratégia passo a passo, com a inclusão de todas as variáveis selecionadas durante a análise bivariada em ordem decrescente de significância estatística. O modelo múltiplo foi também ajustado por variáveis socioeconômicas e demográficas. As variáveis que apresentaram  $p \geq 0,05$  foram retiradas uma a uma do modelo e consideradas definitivamente excluídas, se o decréscimo na explicação do desfecho não era estatisticamente significativo. Para analisar esse parâmetro, o modelo foi avaliado a cada retirada com o auxílio dos testes estatísticos de Wald e a razão de verossimilhança parcial baseado na estatística  $-2[\ln(L_r) - \ln(L_c)]$ , que compara a verossimilhança do modelo reduzido -  $L_r$  com a verossimilhança do modelo completo -  $L_c$ . A avaliação da qualidade do modelo final foi feita pela aplicação do teste da bondade (*goodness-of-fit test*).

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (Protocolo Ofício nº 045/202, de 23 de maio de 2012).

## Resultados

A maioria das crianças era do sexo feminino, residente na zona urbana e de escolas públicas. Quanto as características socioeconômicas, a maior parte das crianças era da classe C e cerca de 61% das mães tinham de 31 a 40 anos idade. A prevalência de excesso de peso foi de 32%, sendo que 20,2% das crianças apresentavam sobrepeso e 11,8% obesidade (Tabela 1).

Em relação à ingestão dietética, verificou-se uma ingestão média de gordura saturada de 16,1 g, bem como uma mediana de consumo de fibra de 12,3 g. Observou-se elevado percentual de consumo abaixo do recomendado de fibra, cálcio e potássio (Tabela 2).

Foram incluídas na análise multivariada as variáveis: carboidrato e gordura monoinsaturada e fibra (Tabela 3), vitamina C, vitamina B<sub>6</sub>, cálcio e fósforo (Tabela 4).

Após ajuste do modelo de regressão múltipla, os nutrientes que se associaram ao excesso de peso foram o cálcio e o fósforo. A prevalência de excesso de peso nas crianças com consumo de cálcio no menor quintil (40,52 - 232,32 mg) foi maior quando comparadas às crianças com consumo nos quintis superiores (RP: 1,41; IC95%: 1,01-1,96). Por outro lado, as crianças com consumo de fósforo no maior quintil (1084,6 - 2160,2 mg) apresentaram uma prevalência de excesso de peso maior em relação às crianças nos quintis inferiores de consumo (RP: 1,43; IC95%: 1,03-2,00) - Figura 1.

## Discussão

A prevalência de sobrepeso e obesidade nas crianças deste estudo foi alta, corroborando com a literatura nacional e internacional, que tem indicado um aumento crescente nas taxas de excesso de peso infantil no Brasil e no mundo (WANG; MONTEIRO; POPKIN, 2002; IBGE, 2010). Este aumento é preocupante uma que vez que a obesidade na infância está relacionada a risco cardiovascular aumentado (JUONALA *et al.*, 2011).

A elevada frequência de consumo de cálcio abaixo do recomendado nas crianças avaliadas merece ser destacada. O cálcio é um micronutriente essencial na para o crescimento infantil e manutenção da saúde óssea (GREER; KREBS, 2006), além disso, um possível efeito sobre o excesso de peso tem sido sugerido.

Os resultados do presente estudo mostram que, após ajuste do modelo de regressão, o menor consumo de cálcio e maior ingestão de fósforo foram associados ao excesso de peso nas crianças avaliadas. Estudos epidemiológicos tem indicado uma associação inversa entre ingestão de cálcio e adiposidade total em indivíduos de diversas faixas etárias (TORRES; SANJULIANI, 2012). A associação entre o baixo consumo de cálcio e o excesso de peso em crianças, observada em nosso estudo, já foi observada por outros autores (CARRUTH; SKINNER, 2001; SKINNER *et al.*, 2003; DIXON, *et al.*, 2005; MOREIRA *et al.*, 2005; DEJONGH; BINKLEY; SPECKER, 2006; SAMADI *et al.*, 2012).

Os mecanismos envolvidos na relação entre cálcio e obesidade ainda não estão completamente elucidados, entretanto alguns autores trazem algumas explicações plausíveis. Sugere-se que a baixa ingestão de cálcio aumenta os níveis séricos de calcitriol, o que pode estimular o influxo de cálcio para os adipócitos, que por sua vez, aumenta a atividade da enzima ácido graxo sintase e inibe a expressão da lipase hormônio-sensível, promovendo a lipogênese e inibindo a lipólise, levando ao acúmulo de gordura corporal. O calcitriol também atua inibindo a expressão da proteína desacopladora-2 (envolvida na regulação do metabolismo, termogênese induzida pela dieta e controle do peso corporal), através dos receptores clássicos de vitamina D nuclear em adipócitos, aumentando assim, a eficiência de energia (ZEMEL, 2005; MAJOR *et al.*, 2008). Adicionalmente, a regulação pelo calcitriol da proteína desacopladora-2 e dos níveis de cálcio intracelular parece desempenhar um efeito sobre o metabolismo da energia ao afetar a apoptose de adipócitos (ZEMEL, 2005).



Outros mecanismos têm relacionado o papel do cálcio na obesidade pelo efeito desse mineral sobre a excreção fecal de gordura e regulação do apetite. O cálcio da dieta e/ou de suplementos pode aumentar a excreção fecal de gordura, por meio da formação de complexos insolúveis com as moléculas de gordura no intestino (ZEMEL, 2005). Contudo, os estudos tem demonstrado que este efeito é relativamente pequeno (JACOBSEN *et al.*, 2005; CHRISTENSEN *et al.*, 2009). Assim, apesar de contribuir para o efeito anti-obesidade do cálcio, este mecanismo não pode explicá-lo completamente (ZEMEL, 2005; MAJOR *et al.*, 2008; JACOBSEN *et al.*, 2005). Tem sido sugerido ainda que a ingestão de cálcio possa interferir na regulação do apetite, entretanto, este efeito foi avaliado em poucos trabalhos e a hipótese não foi confirmada (ASTRUP, 2008; DOUGKAS *et al.*, 2011).

Poucos trabalhos tem relacionado a ingestão aumentada de fósforo com o excesso de peso (BEYDOUN *et al.*, 2008; PEREIRA *et al.* 2013) e, até o momento, nenhum estudo englobou a faixa etária pediátrica. No estudo de Beydoun *et al.*, (2008) observou-se associação direta entre fósforo e obesidade, em que o maior consumo deste nutriente mostrou-se associado com maior índice de massa corporal em indivíduos adultos, sendo que para cada dose diária de 100 mg de fósforo, a prevalência de obesidade aumentou em 7%.

Presume-se que o excesso de íons de fosfato inorgânico intracelular resulte de uma ingestão dietética rica em fósforo total. Uma associação entre elevados níveis séricos de fosfato inorgânico com a obesidade tem sido mostrada, entretanto, o mecanismo que explica tal associação permanece obscuro (ANDERSON, 2013).

Nas últimas décadas, uma maior atenção tem sido dispensada em relação à elevada ingestão de fósforo por meio do consumo de bebidas carbonatadas e aditivos a base de fosfato adicionados a diversos alimentos industrializados (URIBARRI; CALVO, 2003). A ingestão excessiva de bebidas e alimentos industrializados pode contribuir para a hiperfosfatemia, ocasionando inibição da diidroxivitamina D, o que resulta em hipocalcemia, devido ao grande aporte de fosfato e hidrogênio em sua composição (AMATO *et al.*, 1997). Bebidas ricas em ácido fosfórico, tais como refrigerantes a base de cola, possuem uma concentração de fosfato de até 18mg/dL e, praticamente, ausência de cálcio, o que facilita a absorção do fosfato (SILVA; TEIXEIRA; GOLDBERG, 2004). Além disso, destaca-se que a ingestão concomitante de outros componentes dietéticos como o açúcar presentes em elevadas concentrações nas bebidas carbonatadas

e outros alimentos industrializados, também pode contribuir para o excesso de peso nas crianças (LUDWIG; PETERSON; GORTMAKER, 2001).

A ingestão reduzida de cálcio e aumentada de fósforo, e consequente baixa razão Ca:P, tem sido alvo de preocupação, uma vez que pode levar a uma diminuição na densidade mineral óssea (WYSHAK; FRISCH, 1994), e estudos como a Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002-2003 no Brasil tem mostrado esse desequilíbrio (IBGE 2004). Além disso, um estudo tem sugerido uma associação entre a razão desses micronutrientes e medidas de obesidade (PEREIRA *et al.* 2013).

No estudo de Pereira *et al.* (2013), realizado no nordeste brasileiro, valores acima da mediana para a razão Ca:P (0,57) na dieta habitual de indivíduos de 18 a 60 anos foram inversamente associados com a obesidade baseado na relação cintura/estatura, sugerindo que uma maior razão Ca:P contribuiu para uma menor prevalência de obesidade central. Em nosso estudo não se observou tal associação.

Como pontos fortes deste trabalho, temos que o mesmo é representativo do município de Viçosa - MG, em que foi avaliada uma amostra probabilística de crianças de 8 e 9 anos; a avaliação dietética foi realizada através de registros alimentares de 3 dias não consecutivos (incluindo o fim de semana) de modo a representar com maior fidedignidade o consumo das crianças e evitar o viés de recordação, bem como os dados de consumo foram ajustados pela variabilidade intraindividual e consumo energético; além disso, ressalta-se que este é um dos poucos estudos brasileiros que avaliaram a relação da ingestão de micronutrientes com o excesso de peso na população infantil.

Algumas limitações inerentes ao método de avaliação dietética e ao próprio delineamento do estudo são destacadas. A possibilidade de sub ou superestimação do consumo nos registros alimentares deve ser considerada, uma vez que este pode ser alterado, logo que indivíduo sabe que está sendo avaliado (FISBERG; MARCHIONI; COLUCCI, 2009). Associações entre outros nutrientes (tais como ácido fólico, vitamina B<sub>12</sub>, selênio, vitamina A, vitamina E e vitamina D) e o excesso de peso poderiam ter sido verificadas como indicado por outros autores (TUNGTRONGCHITR *et al.*, 2003; MOLNAR; DECSI; KOLETZKO, 2004; MOHN *et al.*, 2005; RAJAKUMAR *et al.*, 2008; ), porém as mesmas não foram testadas em virtude de limitações desses dados nas tabelas de composição de alimentos brasileiras.

Por se tratar de um estudo transversal, não é possível estabelecer uma relação de causalidade entre o excesso de peso e a ingestão de cálcio e fósforo. Entretanto, os

achados do presente estudo são de grande importância epidemiológica para geração de hipóteses e confirmação destas através de estudos longitudinais.

## **Conclusão**

O presente estudo mostra que um menor consumo de cálcio e uma maior ingestão de fósforo estão associados ao sobrepeso e obesidade em crianças brasileiras. Em relação ao consumo de fósforo, essa associação foi relatada em poucos estudos, sendo esse achado inédito na população infantil. A baixa ingestão de cálcio e o consumo excessivo de fósforo são preocupantes, considerando sua influência sobre a saúde óssea e possível efeito na adiposidade corporal. Assim, a avaliação dietética desses dois micronutrientes deve ser vista de forma integrada, uma vez que o equilíbrio da ingestão destes pode ser um fator protetor na gênese da obesidade. Estudos longitudinais são de suma importância para entender a relação de causalidade entre o consumo desses micronutrientes e o excesso de peso na infância.

## Referências

AEBERLI, I.; MOLINARI, L.; SPINAS, G.; LEHMANN, R.; L'ALLEMAND, D.; ZIMMERMANN, M. B. Dietary intakes of fat and antioxidant vitamins are predictors of subclinical inflammation in overweight Swiss children. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 84, n. 4, p. 748-755, 2006.

AMARANTE, C. B.; GERMANO, C. M.; LUCAS, F. C. A. Determinação dos micronutrientes Cu, Fe, Zn e Mn em plantas alimentícias consumidas na comunidade Rio Urubueua de Fátima, Abaetetuba, PA. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, n.12, p. 1-11, 2011.

AMATO, D.; MARAVILHA, A.; CONTREAS, F. G.; PANIAGUA, R. Los refrescos y la salud. **Revista de Investigación Clínica**, v. 49, n. 5, p. 387-95, 1997.

ANDERSON, J. J. B. Potential health concerns of dietary phosphorus: cancer, obesity, and hypertension. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1301, n. 1, p. 1-8, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE PESQUISA - ABEP. **Critério de Classificação Econômica - Brasil**. São Paulo: ABEP, 2013. Disponível em: <<http://www.abep.org/new/criterioBrasil.aspx>>. Acesso em: 17 de julho de 2014.

ASTRUP, A. The role of calcium in energy balance and obesity: the search for mechanisms. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 88, n. 4, p. 873-874, 2008.

BEYDOUN, M. A.; GARY, T. L.; CABALLERO, B. H.; LAWRENCE, J. C.; WANG, Y. Ethnic differences in dairy and related nutrient consumption among US adults and their association with obesity, central obesity, and the metabolic syndrome. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 87, n. 6, p. 1914-1925, 2008.

BYERS, T.; SEDJO, R. L. Public health response to the obesity epidemic: too soon or too late?. **The Journal of Nutrition**, v. 137, n. 2, p. 488-492, 2007.

CARRUTH, B. R.; SKINNER, J. D. The role of dietary calcium and other nutrients in moderating body fat in preschool children. **International Journal of Obesity**, v. 25, n. 4, p. 559-566, 2001.

CHRISTENSEN, R.; LORENZEN, J. K.; SVITH, C. R.; BARTELS, E. M.; MELANSON, E. L.; SARIS, W. H.; ASTRUP, A. Effect of calcium from dairy and dietary supplements on faecal fat excretion: a meta-analysis of randomized controlled trials. **Obesity reviews**, v. 10, n. 4, p. 475-486, 2009.

DEJONGH, E. D.; BINKLEY, T. L.; SPECKER, B. L. Fat mass gain is lower in calcium-supplemented than in unsupplemented preschool children with low dietary calcium intakes. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 84, n. 5, p. 1123-1127, 2006.

- DIXON, L. B.; PELLIZZON, M. A.; JAWAD, A. F.; TERSHAKOVEC, A. M. Calcium and Dairy Intake and Measures of Obesity in Hyper-and Normocholesterolemic Children. **Obesity Research**, v. 13, n. 10, p. 1727-1738, 2005.
- DOUGKAS, A.; REYNOLDS, C. K.; GIVENS, I. D.; ELWOOD, P. C.; MINIHAINE, A. M. Associations between dairy consumption and body weight: a review of the evidence and underlying mechanisms. **Nutrition Research Reviews**, v. 24, n. 01, p. 72-95, 2011.
- FISBERG, R. M.; SLATER, B.; MARCHIONI, D. M. L.; MARTINI, L. A. Anexo 7 - Ajuste de dados de energia e nutrientes para estimar a distribuição da ingestão alimentar habitual em grupos. In: Fisberg RM, Slater B, Marchioni DML, Martini LA, organizadores. Inquéritos alimentares: métodos e bases científicos. Barueri: Editora Manole; 2005. p. 314-22.
- FISBERG, R. M.; MARCHIONI, D. M. L.; COLUCCI, A. C. A. Avaliação do consumo alimentar e da ingestão de nutrientes na prática clínica. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 53, n. 5, p. 617-24, 2009.
- GREER, F. R.; KREBS, N. F. Optimizing bone health and calcium intakes of infants, children, and adolescents. **Pediatrics**, v. 117, n. 2, p. 578-585, 2006.
- HAN, J. C.; LAWLOR, D. A.; KIMM, S. Childhood obesity. **The Lancet**, v. 375, n. 9727, p. 1737-1748, 2010.
- HODGES, E. A.; SMITH, C.; TIDWELL, S.; BERRY, D. Promoting physical activity in preschoolers to prevent obesity: a review of the literature. **Journal of Pediatric Nursing**, v. 28, n. 1, p. 3-19, 2013.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002-2003: análise da disponibilidade domiciliar de alimentos e do estado nutricional no Brasil. Rio de Janeiro; 2004.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil. Rio de Janeiro; 2010.
- JACOBSEN, R.; LORENZEN, J. K.; TOUBRO, S.; KROG-MIKKELSEN, I.; ASTRUP, A. Effect of short-term high dietary calcium intake on 24-h energy expenditure, fat oxidation, and fecal fat excretion. **International Journal of Obesity**, v. 29, n. 3, p. 292-301, 2005.
- JELLIFFE, D. B. **Evaluación del estado de nutrición de la comunidad**. Organización Mundial de Salud, Ginebra, 1968. (OMS - Série de monografias - 53).
- JUONALA, M.; MAGNUSSEN, C. G.; BERENSON, G. S.; VENN, A.; BURNS, T. L.; SABIN, M. A.; RAITAKARI, O. T. Childhood adiposity, adult adiposity, and cardiovascular risk factors. **New England Journal of Medicine**, v. 365, n. 20, p. 1876-1885, 2011.

LUDWIG, D. S.; PETERSON, K. E.; GORTMAKER, S. L. Relation between consumption of sugar-sweetened drinks and childhood obesity: a prospective, observational analysis. **The Lancet**, v. 357, n. 9255, p. 505-508, 2001.

LUDWIG, D. S. Childhood obesity — the shape of things to come. **New England Journal of Medicine**, v. 357, n. 23, p. 2325-2327, 2007.

MAGAREY, A.; WATSON, J.; GOLLEY, R. K.; BURROWS, T.; SUTHERLAND, R.; MCNAUGHTON, S. A.; COLLINS, C. Assessing dietary intake in children and adolescents: considerations and recommendations for obesity research. **International Journal of Pediatric Obesity**, v. 6, n. 1, p. 2-11, 2011.

MAJOR, G. C.; CHAPUT, J. P.; LEDOUX, M.; ST-PIERRE, S.; ANDERSON, G. H.; ZEMEL, M. B.; TREMBLAY, A. Recent developments in calcium-related obesity research. **Obesity Reviews**, v. 9, n. 5, p. 428-445, 2008.

MOHN, A.; CATINO, M.; CAPANNA, R.; GIANNINI, C.; MARCOVECCHIO, M.; CHIARELLI, F. Increased oxidative stress in prepubertal severely obese children: effect of a dietary restriction-weight loss program. **Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 90, n. 5, p. 2653-2658, 2005.

MOLNAR, D.; DECSI, T.; KOLETZKO, B. Reduced antioxidant status in obese children with multimetabolic syndrome. **International Journal of Obesity**, v. 28, n. 10, p. 1197-1202, 2004.

MOREIRA, P.; PADEZ, C.; MOURÃO, I.; ROSADO, V. Dietary calcium and body mass index in Portuguese children. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 59, n. 7, p. 861-867, 2005.

NEAD, K. G.; HALTERMAN, J. S.; KACZOROWSKI, J. M.; AUINGER, P.; WEITZMAN, M. Overweight children and adolescents: a risk group for iron deficiency. **Pediatrics**, v. 114, n. 1, p. 104-108, 2004.

OTTEN, J. J.; HELLWIG, J. P.; MEYERS, L. D. (Eds.). **DRI, dietary reference intakes: the essential guide to nutrient requirements**. National Academies Press, 2006.

PEREIRA, D. C.; LIMA, R. P. A.; LIMA, R. T.; GONÇALVES, M. D. C. R.; MORAIS, L. C. S. L.; FRANCESCHINI, S. C. C.; COSTA, M. J. C. Association between obesity and calcium: phosphorus ratio in the habitual diets of adults in a city of Northeastern Brazil: an epidemiological study. **Health**, v. 15, p. 21, 2013.

PHILIPPI, S. T. Tabela de composição química de alimentos: suporte para decisão nutricional 2 a ed. **São Paulo: Coronária**, p. 1-135, 2002.

PINHAS-HAMIEL, O.; NEWFIELD, R. S.; KOREN, I.; AGMON, A.; LILOS, P.; PHILLIP, M. Greater prevalence of iron deficiency in overweight and obese children and adolescents. **International Journal of Obesity**, v. 27, n. 3, p. 416-418, 2003.

RAJAKUMAR, K.; FERNSTROM, J. D.; HOLICK, M. F.; JANOSKY, J. E.; GREENSPAN, S. L. Vitamin D Status and Response to Vitamin D3 in Obese vs. Non-obese African American Children. **Obesity**, v. 16, n. 1, p. 90-95, 2008.

ROSS, A. C.; TAYLOR, C. L.; YAKTINE, A. L.; DEL VALLE, H. B. (Eds.). **Dietary reference intakes for calcium and vitamin D**. National Academies Press, 2011.

SAMADI, M.; SADRZADEH-YEGANEH, H.; AZADBAKHT, L.; FEIZI, A.; JAFARIAN, K.; SOTOUDEH, G. Dietary calcium intake and risk of obesity in school girls aged 8-10 years. **Journal of Research in Medical Sciences**, v. 17, n. 12, p. 1102–1107, 2012.

SILVA, C. C.; TEIXEIRA, A. S.; GOLDBERG, T. B. L. The impact of calcium ingestion on the bone mineralization in adolescents. **Revista de Nutrição**, v. 17, n. 3, p. 351-359, 2004.

SKINNER, J. D.; BOUND, W.; CARRUTH, B. R.; ZIEGLER, P. Longitudinal calcium intake is negatively related to children's body fat indexes. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 103, n. 12, p. 1626-1631, 2003.

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, n. supl. 6, p. 3-36, 2005.

TORRES, M. R.; SANJULIANI, A. F. Does calcium intake affect cardiovascular risk factors and/or events? **Clinics**, v. 67, n. 7, p. 839-844, 2012.

TUNGTRONGCHITR, R.; PONGPAEW, P.; TONGBOONCHOO, C.; VUDHIVAI, N.; CHANGBUMRUNG, S.; TUNGTRONGCHITR, A.; SCHELP, F. P. Serum homocysteine, B 12 and folic acid concentration in Thai overweight and obese subjects. **International Journal for Vitamin and Nutrition Research**, v. 73, n. 1, p. 8-14, 2003.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO. Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO, versão 2. 2006.

URIBARRI, J.; CALVO, M. S. Hidden sources of phosphorus in the typical American diet: does it matter in nephrology?. In: **Seminars in dialysis**. Blackwell Science Inc, 2003. p. 186-188.

WANG, Y.; MONTEIRO, C.; POPKIN, B. M. Trends of obesity and underweight in older children and adolescents in the United States, Brazil, China, and Russia. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 75, n. 6, p. 971-977, 2002.

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



WYSHAK, G.; FRISCH, R. E. Carbonated beverages, dietary calcium, the dietary calcium/phosphorus ratio, and bone fractures in girls and boys. **Journal of Adolescent Health**, v. 15, n. 3, p. 210-215, 1994.

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/en>.

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.

ZEMEL, M. B. The role of dairy foods in weight management. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 24, n. sup6, p. 537S-546S, 2005.

## Tabelas e Figuras

**Tabela 1.** Distribuição das crianças segundo características demográficas, socioeconômicas e estado nutricional. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012.

<b>Variável / categoria</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>Sexo</b>		
Masculino	142	40,9
Feminino	205	59,1
<b>Idade</b>		
8 anos	172	49,6
9 anos	175	50,4
<b>Local de residência</b>		
Zona urbana	316	91,1
Zona rural	31	8,9
<b>Tipo de escola</b>		
Pública	270	77,8
Privada	77	22,2
<b>Classe econômica</b>		
A	19	5,5
B1	47	13,5
B2	48	13,8
C1	85	24,5
C2	87	25,1
D	55	15,9
E	6	1,7
<b>Idade Materna</b>		
20 a 30 anos	70	20,4
> 30 a 40 anos	209	60,9
> 40 a 60 anos	64	18,7
<b>Escolaridade materna</b>		
< 4 anos de estudo	110	32,5
4 a 8 anos de estudo	60	20,4
9 a 11 anos de estudo	105	31,0
> 11 anos de estudo	55	16,2
<b>IMC/idade</b>		
Baixo peso	15	4,3
Eutrofia	221	63,7
Sobrepeso	70	20,2
Obesidade	41	11,8

IMC/idade: índice de massa corporal por idade.

**Tabela 2.** Distribuição da ingestão dietética de macro e micronutrientes das crianças. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012.

<b>Nutriente</b>	<b>Mediana (IIQ)</b>	<b>Inadequação (%)</b>
<b>Carboidrato (% kcal)</b>	53,9 (30,0)	38,6
<b>Proteína (% kcal)</b>	13,7 (8,5)	17,9
<b>Lipídio (% kcal)</b>	30,2 (21,4)	61,7
<b>Gordura monoinsaturada (g)</b>	13,0 (5,0)	0,3
<b>Gordura poliinsaturada (g)</b>	7,8 (4,4)	5,5
<b>Gordura saturada (g) †</b>	16,1 (7,6)	69,2
<b>Fibra (g)</b>	12,3 (11,9)	89,3*
<b>Vitamina C (mg)</b>	40,1 (62,1)	40,6
<b>Tiamina (mg)</b>	1,4 (0,8)	2,9
<b>Riboflavina (mg)</b>	1,2 (1,1)	21,0
<b>Niacina (mg)</b>	12,0 (5,2)	8,4
<b>Vitamina B<sub>6</sub> (mg)</b>	1,0 (0,6)	17,6
<b>Sódio (mg)</b>	1934,1 (1297,7)	77,5*
<b>Cálcio (mg)</b>	458,4 (522,4)	96,3
<b>Ferro (mg)</b>	9,4 (5,1)	12,4
<b>Potássio (mg)</b>	1457,8 (1156,9)	98,0*
<b>Fósforo (mg) †</b>	785,2 (326,9)	43,8
<b>Zinco (mg)</b>	5,5 (4,2)	48,4
<b>Magnésio (mg)</b>	158,2 (105,2)	45,5
<b>Manganês (mg)</b>	1,0 (1,0)	75,8*
<b>Cobre (mg)</b>	0,8 (0,5)	13,3

IIQ: intervalo interquartil; † Variável com distribuição normal: média (desvio-padrão); \* Percentual de indivíduos abaixo/acima da ingestão adequada (*Adequate Intake* - AI).

**Tabela 3.** Razão de prevalência bruta do excesso de peso segundo quintis de ingestão de macronutrientes das crianças. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012.

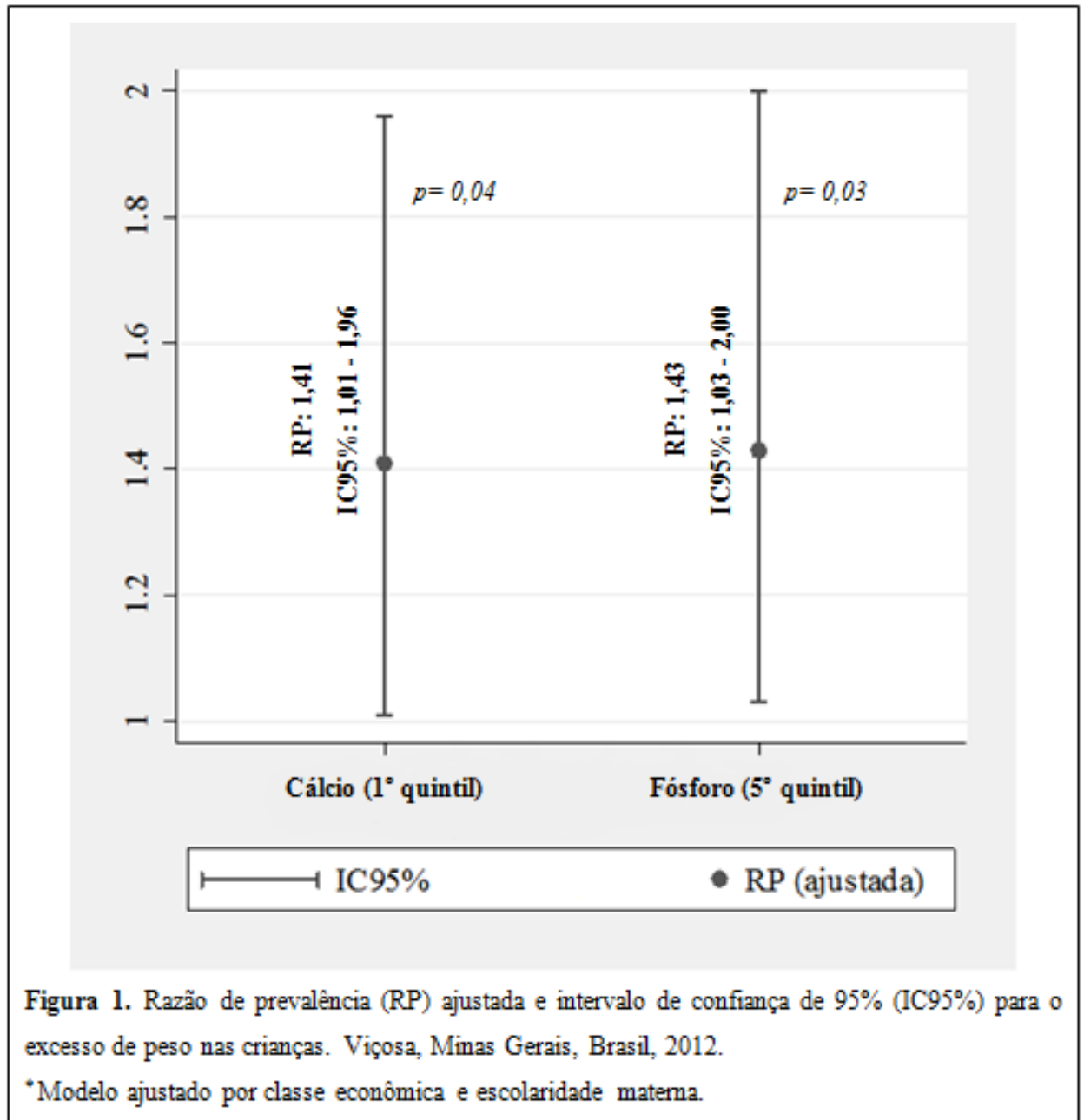
<b>Variável / categoria</b>	<b>Excesso de peso (%)</b>	<b>RP (bruta)</b>	<b>IC 95%</b>	<b>P</b>
<b>Carboidrato</b>				
< 5º quintil	29,86	1		
5º quintil	40,58	1,36	(0,97 - 1,91)	0,08
<b>Proteína</b>				
< 5º quintil	32,01	1		
5º quintil	31,88	0,99	(0,68 - 1,46)	0,98
<b>Lipídio</b>				
< 5º quintil	32,37	1		
5º quintil	30,43	0,94	(0,63 - 1,40)	0,76
<b>Gordura monoinsaturada</b>				
< 5º quintil	33,81	1		
5º quintil	24,64	0,73	(0,47 - 1,14)	0,16
<b>Gordura poliinsaturada</b>				
< 5º quintil	32,37	1		
5º quintil	30,43	0,94	(0,63 - 1,40)	0,76
<b>Gordura saturada</b>				
< 5º quintil	30,94	1		
5º quintil	36,23	1,17	(0,82 - 1,68)	0,39
<b>Fibra</b>				
> 1º quintil	29,96	1		
1º quintil	40,0	1,33	(0,95 - 1,87)	0,09

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

**Tabela 4.** Razão de prevalência bruta do excesso de peso segundo quintis de ingestão dietética de micronutrientes das crianças. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012.

<b>Variável / categoria</b>	<b>Excesso de peso (%)</b>	<b>RP (bruta)</b>	<b>IC 95%</b>	<b>P</b>
<b>Vitamina C</b>				
> 1º quintil	30,32	1		
1º quintil	38,57	1,27	(0,90 – 1,80)	0,17
<b>Tiamina</b>				
> 1º quintil	32,13	1		
1º quintil	31,43	0,98	(0,66 - 1,45)	0,91
<b>Riboflavina</b>				
> 1º quintil	32,13	1		
1º quintil	31,43	0,98	(0,66 - 1,45)	0,91
<b>Niacina</b>				
> 1º quintil	32,85	1		
1º quintil	28,57	0,87	(0,58 - 1,31)	0,50
<b>Vitamina B<sub>6</sub></b>				
> 1º quintil	30,32	1		
1º quintil	38,57	1,27	(0,90 – 1,80)	0,17
<b>Sódio</b>				
< 5º quintil	30,94	1		
5º quintil	36,23	1,17	(0,82 – 1,68)	0,39
<b>Cálcio</b>				
> 1º quintil	29,60	1		
1º quintil	41,43	1,40	(1,00 - 1,95)	0,05
<b>Ferro</b>				
> 1º quintil	31,77	1		
1º quintil	32,86	1,03	(0,71 - 1,51)	0,86
<b>Potássio</b>				
> 1º quintil	30,69	1		
1º quintil	37,14	1,21	(0,85 - 1,72)	0,29
<b>Fósforo</b>				
< 5º quintil	29,50	1		
5º quintil	42,03	1,42	(1,02 - 1,99)	0,04
<b>Zinco</b>				
> 1º quintil	31,41	1		
1º quintil	34,29	1,09	(0,76 – 1,58)	0,64
<b>Magnésio</b>				
> 1º quintil	31,05	1		
1º quintil	35,71	1,15	(0,80 – 1,65)	0,45
<b>Manganês</b>				
> 1º quintil	32,13	1		
1º quintil	31,43	0,98	(0,66 – 1,44)	0,91
<b>Cobre</b>				
> 1º quintil	31,41	1		
1º quintil	34,29	1,09	(0,76 – 1,58)	0,64

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



## 5.2.2 Artigo 2: Elevada ingestão de sódio e baixo consumo de magnésio estão associados com a hipertensão arterial em crianças brasileiras.

### Resumo

**Objetivo:** Estimar a associação entre a ingestão dietética de macro e micronutrientes e a hipertensão arterial em crianças. **Metodologia:** Trata-se de um estudo transversal, representativo, realizado com 347 crianças de 8 e 9 anos matriculadas em todas as escolas de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Foram classificadas com hipertensão arterial, as crianças com níveis pressóricos iguais ou superiores ao percentil 95 de acordo com a classificação da Sociedade Brasileira de Cardiologia. A ingestão dietética foi avaliada por meio de três registros alimentares em dias não consecutivos, incluindo um fim de semana, sendo os dados de composição química corrigidos pela variabilidade intraindividual e ajustados pelo consumo energético segundo o método residual. A associação entre a ingestão dietética e a hipertensão arterial foi verificada por meio de regressão de Poisson com variâncias robustas, sendo realizado também controle por variáveis sociodemográficas e medidas de adiposidade. **Resultados:** A prevalência de hipertensão arterial foi de 3,8%. Cerca de 16% das crianças avaliadas tinham uma ingestão de sódio acima no nível máximo tolerável. Observou-se uma maior prevalência de hipertensão arterial nas crianças com ingestão de sódio no maior quintil (RP: 3,04; IC95%: 1,04-8,85) e naquelas com consumo de magnésio no menor quintil (RP: 2,98; IC95%: 1,02-8,68). **Conclusões:** O elevado consumo de sódio e a baixa ingestão de magnésio associaram-se a hipertensão arterial nas crianças avaliadas. O excesso do consumo de sódio na faixa etária pediátrica é preocupante, considerando o papel deste mineral na gênese da hipertensão. Destaca-se também o possível efeito protetor do magnésio na hipertensão arterial em crianças.

**Palavras-chave:** Micronutrientes, sódio, magnésio, hipertensão arterial, crianças.

## Introdução

A hipertensão arterial é uma entidade clínica multifatorial caracterizada pela presença de níveis pressóricos elevados associados a alterações metabólicas, hormonais e a fenômenos tróficos, tais como hipertrofia cardíaca e vascular (SOCIEDADE BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO *et al.*, 1999). A pressão arterial elevada é o principal fator de risco cardiovascular, uma vez que potencializa a ocorrência de diversas doenças cardiovasculares, de forma que seu diagnóstico precoce vem sendo enfatizado como importante estratégia de saúde pública (CHRISTOFARO *et al.*, 2011).

Historicamente, a hipertensão arterial em crianças, especialmente na faixa mais jovem, era considerada rara e de origem secundária (FEBER; AHMED, 2010). Contudo, mudanças nos comportamentos relacionados a saúde, incluindo a epidemia de obesidade infantil, indicam que as taxas de hipertensão nos jovens estão aumentando (FALKNER, 2010).

A prevalência de hipertensão arterial na população pediátrica varia de 1% a 10% (FEBER; AHMED, 2010), e estima-se que mais da metade dos casos em crianças acima dos sete anos sejam do tipo essencial, havendo indícios de que a hipertensão do adulto possa ter origem na infância, contribuindo, desta forma, para a ocorrência de complicações e eventos adversos precoces em adultos jovens (FULY *et al.*, 2014).

A prevenção e o manejo da hipertensão arterial requer a adoção de um estilo de vida saudável, o que inclui uma alimentação equilibrada em termos de macro e micronutrientes. A ingestão de certos nutrientes tais como sódio e gordura saturada, pode levar a indução de respostas às vezes indesejáveis na pressão arterial e no sistema cardiovascular. Por outro lado, o consumo alimentos ricos em fibra e potássio tem sido apontados como protetores contra a hipertensão arterial (MILLEN *et al.*, 2001).

Considerando o papel da ingestão dietética no desenvolvimento da hipertensão arterial, bem como a importância da sua prevenção nas faixas etárias mais jovens, o presente estudo objetivou estimar a associação entre a ingestão dietética de macro e micronutrientes e a hipertensão arterial em crianças de 8 e 9 anos.



## Metodologia

Trata-se de um estudo de corte transversal, representativo, realizado com crianças de 8 e 9 anos residentes em Viçosa, Minas Gerais. Destaca-se que a escolha dessa faixa etária se deu com o objetivo de evitar as variações fisiológicas que ocorrem dentro de toda a faixa etária escolar.

O cálculo amostral foi realizado no *software* Epi Info 7.0, a partir do número total de escolares com 8 e 9 anos de idade em 2012 (N= 1259) e considerando-se: uma prevalência de 50% de alterações cardiometabólicas, um erro padrão de 5% com intervalo de confiança de 95%, erro amostral de 20%, perda estimada de 20% e 10% para análise multivariada, resultando numa amostra de 381 crianças, das quais 80% de escola pública e 20% de escola particular, respeitando, assim, a proporcionalidade entre as redes de ensino. Dos indivíduos recrutados para o estudo, foram avaliadas 347 crianças, sendo que houve uma perda de 34 destas (8,9%), em virtude da não entrega do inquérito dietético como solicitado ou não comparecimento para realização da aferição da pressão arterial. Contudo, o número de perdas foi pequeno e dentro do previsto no cálculo amostral (20%).

As crianças foram selecionadas aleatoriamente, por meio de sorteio no programa Microsoft Excel 2007. Ao serem sorteadas, as mesmas eram abordadas na escola e orientadas a entregar aos responsáveis uma carta convite, explicando os objetivos do estudo, e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido a ser assinado caso permitissem a participação da criança na pesquisa. As crianças com alguma alteração de saúde ou que relataram uso de medicamentos que pudessem interferir na pressão arterial não foram incluídas no estudo.

Para aferição da pressão arterial foi utilizado equipamento eletrônico digital de braço, com inflação e deflação de ar automáticas da marca Omron® HEM711, com tamanho do manguito apropriado para o paciente, seguindo recomendações da Sociedade Brasileira de Cardiologia *et al.* (2007). A criança ficou em repouso, sentada, por pelo menos cinco minutos antes da obtenção da medida. A pressão foi aferida três vezes, uma vez em cada braço, e uma repetição no braço que apresentou o valor mais elevado, sendo esta a medida registrada no formulário. Além disso, cada criança foi questionada sobre a vontade de urinar, prática anterior de atividade física e tempo decorrido desde a última alimentação, considerando a influência na pressão arterial (ARAÚJO *et al.*, 2008).

Os níveis pressóricos foram avaliados segundo sexo, idade e percentil de estatura, de acordo com a classificação da Sociedade Brasileira de Cardiologia *et al.* (2007), sendo considerada hipertensão arterial valores iguais ou superiores ao percentil 95 de distribuição da pressão arterial.

Os dados de consumo alimentar foram coletados através do preenchimento de três registros alimentares em dias não consecutivos, incluindo um dia de fim de semana, sendo estes preenchidos pelas próprias crianças sob a supervisão de um responsável. Os mesmos receberam orientações verbais e escritas para o preenchimento adequado do inquérito alimentar. Quando necessário, as informações dos registros foram revisadas com o auxílio de álbum fotográfico para verificação do tamanho das porções consumidas em medidas caseiras (ZABOTTO; VIANA; GIL, 1996).

A composição química dos alimentos consumidos foi analisada no programa Diet Pro 5i, priorizando-se a utilização de tabelas de composição de alimentos brasileiras (UNICAMP/NEPA, 2006; PHILIPPI, 2002), considerando que o conteúdo de micronutrientes de muitos alimentos depende da concentração destes no solo (AMARANTE; GERMANO; LUCAS, 2011).

Estimou-se o consumo de macronutrientes, fibra, gorduras saturadas, monoinsaturadas e poliinsaturadas, vitaminas (vitamina C, tiamina, riboflavina, niacina, vitamina B<sub>6</sub>) e minerais (sódio, cálcio, ferro, potássio, fósforo, zinco, magnésio, manganês, cobre). A adequação da ingestão dietética foi avaliada pelas recomendações nutricionais do *Institute of Medicine* - IOM (OTTEN; HELLWIG; MEYERS, 2006; ROSS *et al.*, 2011) e da I Diretriz de Prevenção da Aterosclerose na Infância e na Adolescência (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA *et al.*, 2005). Destaca-se que, além da ingestão adequada (AI) para o sódio estar disponível, a análise do consumo deste micronutriente também foi verificada com base no nível máximo de ingestão tolerada (UL), uma vez que a ingestão da população brasileira em geral é muito maior do que a recomendação (SARNO *et al.*, 2009).

Foram coletados dados de peso e estatura para o cálculo do índice de massa corporal (IMC= peso em kg / estatura em m<sup>2</sup>) seguindo as recomendações de Jelliffe (1968), utilizando-se balança eletrônica Marte<sup>®</sup> PP180, com capacidade de 150 quilos e sensibilidade de 50 gramas e antropômetro vertical Altutexata<sup>®</sup>, com extensão de 2 metros, dividido em centímetros e subdividido em milímetros. Para definição do excesso de peso considerou-se os pontos de cortes IMC por idade em escore-z estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde (2007).

As medidas do perímetro da cintura (PC) e perímetro do pescoço (PP) foram realizadas com auxílio de um fita métrica, flexível e inelástica, com extensão de 2 metros, dividida em centímetros e subdividida em milímetros. O PC foi aferido durante a expiração normal no ponto médio entre a crista ilíaca e a última costela e a adiposidade abdominal estimada de acordo com os pontos de corte de PC em crianças propostos por Mccarthy, Jarrett e Crawley (2001). O Perímetro do Pescoço (PP) foi aferido no nível da cartilagem da tireoide, sendo considerados os pontos de corte para classificação do PP propostos por Nafiu *et al.* (2010).

Também foi calculada a relação cintura/estatura (RCE), a partir das medidas de PC e estatura, sendo um valor superior a 0,50 utilizado como ponto de corte para obesidade central (MCCARTHY; ASHWELL, 2006).

O conteúdo de gordura corporal das crianças foi avaliado por Absorimetria de raios-x de dupla energia (DEXA - *Dual Energy X-ray Absorptiometry*), seguindo protocolo específico estabelecido para sua realização, sendo o percentual de gordura corporal elevado definido segundo os pontos de corte sugeridos por Mccarthy *et al.* (2006).

As análises estatísticas foram conduzidas com o auxílio do programa Stata versão 9.1. As variáveis contínuas foram testadas quanto à normalidade por meio do teste Kolmogorov-Smirnov. As variáveis categóricas foram expressas em valores absolutos e relativos e as quantitativas por medidas de tendência central e dispersão. As médias/medianas de consumo dos nutrientes e os quintis de ingestão foram estimados a partir dados dietéticos corrigidos pela variabilidade intraindividual (FISBERG *et al.*, 2005) e ajustados pelo consumo energético segundo o método residual (WILLETT; STAMPFER, 1998). Realizou-se o teste qui-quadrado de Pearson ou Exato de Fisher para comparar as distribuições de frequência das variáveis qualitativas.

A análise de regressão de Poisson com variâncias robustas foi realizada para estimar a associação entre a ingestão dietética e a hipertensão arterial. Inicialmente, realizou-se análise bivariada para verificar possíveis associações entre os quintis de ingestão de macro e micronutrientes com a hipertensão, sendo as variáveis com p-valor inferior a 0,20 na incluídas na análise multivariada.

O modelo final foi selecionado utilizando a estratégia passo a passo, com a inclusão das variáveis selecionadas durante a análise bivariada em ordem decrescente de significância estatística. O modelo multivariado foi também ajustado por variáveis socioeconômicas, demográficas, antropométricas e de composição corporal, tais como, idade, sexo, local de residência, tipo de escola, idade e escolaridade materna, estado

nutricional, perímetro da cintura, RCE, perímetro do pescoço e percentual de gordura corporal das crianças. As variáveis que apresentaram  $p \geq 0,05$  foram retiradas uma a uma do modelo e consideradas definitivamente excluídas, se o decréscimo na explicação do desfecho não era estatisticamente significativo. Para analisar esse parâmetro, o modelo foi avaliado a cada retirada com o auxílio dos testes estatísticos de Wald e a razão de verossimilhança parcial baseado na estatística  $-2[\ln(L_r) - \ln(L_c)]$ , que compara a verossimilhança do modelo reduzido -  $L_r$  com a verossimilhança do modelo completo -  $L_c$ . A avaliação da qualidade do modelo final foi feita pelo cálculo do seu coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e aplicação do teste da bondade (*goodness-of-fit test*).

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa.

## Resultados

Foram avaliadas 347 crianças, sendo a maioria do sexo feminino (59,1%). A prevalência de hipertensão arterial foi de 3,8%, e 6,9% das crianças apresentavam pré-hipertensão.

O excesso de peso foi observado em 32% dos indivíduos. As frequências de adiposidade central determinada pelo perímetro da cintura e excesso de gordura corporal nas crianças do estudo foram de 42,4% e 27,1%, respectivamente. Não foram observadas diferenças significativas nas frequências de excesso de peso, adiposidade central e gordura corporal excessiva entre as crianças com e sem hipertensão arterial (Tabela 1).

Quanto à ingestão dietética, verificou-se uma ingestão média de gordura saturada de 16,1 g e uma mediana de consumo de sódio de 1934,1 mg. Verificou-se elevado percentual de consumo abaixo do recomendado de fibra, cálcio e potássio bem como elevada frequência de consumo de sódio acima da ingestão adequada. Não foram observadas diferenças nas frequências de inadequação entre os sexos (Tabela 2). Além disso, foi verificada ingestão de sódio acima no nível máximo tolerável em cerca de 16% das crianças avaliadas.

A partir da análise bivariada, dentre os macronutrientes, apenas o lipídio foi incluído na análise múltipla (Tabela 3) e dentre os micronutrientes, inclui-se o sódio e magnésio (Tabela 4).

Após ajuste do modelo, os nutrientes sódio e magnésio mantiveram-se significativamente associados à hipertensão arterial. As crianças com consumo de sódio no maior quintil (2960,3 - 8317,9 mg) apresentaram uma maior prevalência de hipertensão em relação às crianças nos quintis inferiores (RP: 3,04; IC95%: 1,04-8,85). Em contrapartida, a prevalência de hipertensão arterial nas crianças com consumo de magnésio no menor quintil (41,2 - 105,4 mg) foi maior quando comparadas às crianças com consumo nos quintis superiores (RP: 2,98; IC95%: 1,02-8,68) - Tabela 5.

## Discussão

A prevalência de hipertensão arterial nas crianças deste estudo foi de 3,8%. De acordo com estudos nacionais e internacionais, esta varia amplamente de 1% a 13% e depende de aspectos metodológicos tais como, critério de normalidade adotado, faixa etária, número de visitas, número de medidas por visita e tempo de acompanhamento (SALGADO; CARVALHAES, 2003). Ressalta-se que quando a pressão arterial é medida repetidas vezes, conforme o recomendado para o diagnóstico de hipertensão e realizado em nosso estudo, a prevalência tende a cair devido ao fenômeno de regressão à média e por que a criança se acostuma com o procedimento e fica mais tranquila (KAY; SANAIKO; STEPHEN, 2001).

No presente estudo, a elevada ingestão de sódio e o baixo consumo de magnésio foram associados à hipertensão arterial. Resultados de outros estudos epidemiológicos realizados com crianças e adolescentes também tem verificado uma forte associação entre a ingestão aumentada de sódio e níveis pressóricos elevados (COOPER, *et al.* 1980; HE; MACGREGOR, 2006; HE; MARRERO; MACGREGOR, 2007; YANG *et al.*, 2012).

Destaca-se que, neste estudo, a ingestão de sódio das crianças no maior quintil está acima nível de ingestão máxima tolerável para faixa etária e sexo (INSTITUTE OF MEDICINE, 2005). Segundo estimativa a partir de dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (2002-2003), o consumo de sódio no Brasil excede em mais de duas vezes a recomendação máxima para esse micronutriente em todas as macrorregiões, bem como em todas as classes de renda no país (SARNO *et al.* 2009). Estes dados são preocupantes, considerando a importante influência do sódio na gênese da hipertensão arterial.

A relação entre a ingestão de sódio e a hipertensão arterial tem sido muito bem documentada em estudos com animais e em humanos. Em 1968, Dahl e colaboradores demonstraram em um modelo animal, que, associada ao fator genético, a ingestão excessiva de sódio leva a um aumento rápido na pressão arterial.

Os mecanismos relacionados ao sódio e seu papel na hipertensão essencial envolvem uma elevada carga de sódio na dieta associada à sensibilidade ao sal e/ou capacidade diminuída para a excreção urinária do excesso de sódio pelo organismo (RAJ, 2011). Estudos têm demonstrado que mais da metade dos indivíduos hipertensos são sensíveis ao sódio (WEINBERGER *et al.*, 1986). Um defeito no mecanismo de

excreção de sódio também é visto como um contribuinte para a hipertensão essencial. Normalmente, a excreção de sódio aumenta quando existe um aumento agudo na pressão sanguínea. No entanto, em pessoas com hipertensão, a pressão de sangue exigida para excretar uma determinada carga de sódio é maior do que em pessoas não hipertensas (GUYTON *et al.*, 1986).

Em relação ao magnésio, estudos ecológicos conduzidos na década de 1970 forneceram os primeiros indícios de uma ligação plausível entre a concentração deste mineral na água e a pressão arterial, sugerindo que este micronutriente poderia ser o agente principal responsável pela redução da pressão arterial (SHARRETT; FEINLEIB, 1975; SHARRETT, 1979). Posteriormente, essa hipótese foi sendo confirmada e uma revisão de diversos estudos observacionais indicou que a ingestão de magnésio está inversamente relacionada à pressão arterial sistólica e diastólica e a ocorrência de hipertensão (MIZUSHIMA *et al.*, 1998).

Na população pediátrica, poucos estudos têm mostrado a associação entre ingestão de magnésio e hipertensão arterial em crianças. Simons-Morton *et al.* (1997), realizaram um estudo de intervenção com 662 crianças e adolescentes de 8 a 11 anos em que a ingestão de magnésio mostrou-se fortemente e inversamente correlacionada com a pressão arterial sistólica e diastólica.

Em virtude do magnésio desempenhar diversos papéis importantes em processos biológicos no organismo, vários mecanismos tem sido propostos para explicar a relação desse micronutriente com a pressão arterial (BELIN; HE, 2007). No músculo liso, uma diminuição na concentração de  $Mg^{2+}$  provoca um aumento inverso da concentração de cálcio, que, por sua vez, induz a contração do músculo liso, levando ao aumento do tônus vascular e a da pressão sanguínea (YANG; ALTURA; ALTURA, 1999; YANG; ALTURA; ALTURA, 2000; YANG *et al.*, 2000).

Nas células endoteliais, o declínio na concentração de  $Mg^{2+}$  altera a produção de vários compostos vasoativos, incluindo o óxido nítrico, prostaglandinas e endotelina-1 (BELIN; HE, 2007). Estudos *in vitro* mostram que a deficiência de  $Mg^{2+}$  resulta em diminuição da produção de óxido nítrico a partir de células endoteliais pela supressão da enzima óxido nítrico endotelial sintase (MAIER *et al.*, 2004a; MAIER *et al.*, 2004b). Uma vez que o óxido nítrico é um potente vasodilatador, um declínio em sua produção resulta em efeitos profundos sobre calibre arteriolar, resistência e pressão arterial (RAMCHANDRA; BARRETT; MALPAS, 2005).

Além disso, o  $Mg^{2+}$  também tem mostrado desempenhar um papel na síntese e liberação de prostaciclina derivada de células musculares lisas e endoteliais (prostaglandina  $I_2$ ), que induz hiperpolarização das células musculares lisas através da abertura de canais de potássio, e, assim, diminui a contração das células musculares lisas, a resistência arteriolar e, conseqüentemente, a pressão arterial (SATAKE *et al.*, 2004).

A deficiência de  $Mg^{2+}$  também provoca efeitos profundos sobre a homeostase da endotelina-1, um potente peptídeo vasoconstritor sintetizado e liberado a partir de células endoteliais (ANGERIO, 2005). Em modelos experimentais de hipertensão, a depleção de  $Mg^{2+}$  resultou em aumento na produção e liberação de endotelina-1, e conseqüente vasoconstrição (BERTHON *et al.*, 2002; BERTHON *et al.*, 2003).

É importante destacar que este estudo é representativo das crianças de 8 e 9 anos do município de Viçosa - MG, sendo um dos poucos trabalhos no Brasil que avaliaram a relação entre a ingestão de micronutrientes com a hipertensão arterial na população infantil. A avaliação dietética foi realizada a partir de registros alimentares de três dias não consecutivos (incluindo o fim de semana) de forma a evitar o viés de memória e representar com maior fidedignidade o consumo alimentar das crianças. Além disso, ressalta-se que os dados passaram por tratamentos estatísticos que permitiram eliminar o efeito da variabilidade intraindividual e do consumo energético.

Algumas limitações, entretanto, também devem ser consideradas. Em relação ao delineamento do estudo, destaca-se que, como em qualquer estudo transversal, as associações não podem ser traduzidas numa relação de causa-efeito. No tocante a avaliação dietética, destacamos que, a possibilidade de sub ou superestimação nos registros alimentares não pode ser descartada, uma vez que o indivíduo pode alterar o seu consumo alimentar devido ao fato de saber que está sendo avaliado (FISBERG; MARCHIONI; COLUCCI, 2009).



## **Conclusão**

Este estudo mostrou que o consumo excessivo de sódio e a baixa ingestão de magnésio estão associados a uma maior prevalência de hipertensão em crianças de 8 e 9 anos. A elevada ingestão de sódio já é preocupante na infância, uma vez que pode levar ao desenvolvimento precoce da hipertensão, bem como gerar complicações na vida adulta. Entretanto, há uma escassez de estudos que avaliaram a relação da ingestão de magnésio com a hipertensão na população infantil. Este é um dos poucos estudos realizados em países em desenvolvimento que avaliou a associação da ingestão de diversos micronutrientes com a hipertensão arterial em crianças. Destaca-se a importância da realização de estudos longitudinais para entender a relação de causalidade entre ingestão desses micronutrientes e a hipertensão arterial na população infantil.

## Referências

ANGERIO, A. D. The role of endothelin in heart failure. **Critical Care Nursing Quarterly**, v. 28, n. 4, p. 355-359, 2005.

ARAÚJO, T. L.; OLIVEIRA LOPES, M. V.; CAVALCANTE, T. F.; GUEDES, N. G.; MOREIRA, R. P.; CHAVES, E. S.; SILVA, V. M. Análise de indicadores de risco para hipertensão arterial em crianças e adolescentes. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 42, n. 1, p. 120, 2008.

AMARANTE, C. B.; GERMANO, C. M.; LUCAS, F. C. A. Determinação dos micronutrientes Cu, Fe, Zn e Mn em plantas alimentícias consumidas na comunidade Rio Urubueua de Fátima, Abaetetuba, PA. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, n.12, p. 1-11, 2011.

BELIN, R. J.; HE, K. Magnesium physiology and pathogenic mechanisms that contribute to the development of the metabolic syndrome. **Magnesium Research**, v. 20, n. 2, p. 107-129, 2007.

BERTHON, N.; LAURANT, P.; HAYOZ, D.; FELLMANN, D.; BRUNNER, H. R.; BERTHELOT, A. Magnesium supplementation and deoxycorticosterone acetate salt hypertension: effect on arterial mechanical properties and on activity of endothelin-1. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology**, v. 80, n. 6, p. 553-561, 2002.

BERTHON, N.; LAURANT, P.; FELLMANN, D.; BERTHELOT, A. Effect of Magnesium on mRNA Expression and Production of Endothelin-1 in DOCA-Salt Hypertensive Rats. **Journal of Cardiovascular Pharmacology**, v. 42, n. 1, p. 24-31, 2003.

CHRISTOFARO, D. G. D.; ANDRADE, S. M. D.; FERNANDES, R. A.; CABRERA, M. A. S.; RITTIDIAS, R. M. The prevalence of high arterial blood pressure in children and adolescents: a systematic review. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, v. 11, n. 4, p. 361-367, 2011.

COOPER, R.; SOLTERO, I.; LIU, K.; BERKSON, D.; LEVINSON, S.; STAMLER, J. The association between urinary sodium excretion and blood pressure in children. **Circulation**, v. 62, n. 1, p. 97-104, 1980.

DAHL, L. K.; KNUDSEN, K. D.; HEINE, M. A.; LEITL, G. J. Effects of chronic excess salt ingestion Modification of experimental hypertension in the rat by variations in the diet. **Circulation Research**, v. 22, n. 1, p. 11-18, 1968.

FALKNER, B. Hypertension in children and adolescents: epidemiology and natural history. **Pediatric Nephrology**, v. 25, n. 7, p. 1219-1224, 2010.

FEBER, J.; AHMED, M. Hypertension in children: new trends and challenges. **Clinical Science**, v. 119, p. 151-161, 2010.

FISBERG, R. M.; SLATER, B.; MARCHIONI, D. M. L.; MARTINI, L. A. Anexo 7 - Ajuste de dados de energia e nutrientes para estimar a distribuição da ingestão alimentar

habitual em grupos. In: Fisberg RM, Slater B, Marchioni DML, Martini LA, organizadores. *Inquéritos alimentares: métodos e bases científicos*. Barueri: Editora Manole; 2005. p. 314-22.

FULY, J. T. B.; GIOVANINNI, N. P. B.; MARCATO, D. G.; ALVES, E. R. B.; SAMPAIO, J. D.; MORAES, L. I. D.; COSTALONGA, E. F. Evidence of underdiagnosis and markers of high blood pressure risk in children aged 6 to 13 years. **Jornal de Pediatria**, v. 90, n. 1, p. 65-70, 2014.

GUYTON, A. C.; COLEMAN, T. G.; COWLEY, A. W.; SCHEEL, K. W.; MANNING, R. D.; NORMAN, R. A. Arterial pressure regulation: overriding dominance of the kidneys in long-term regulation and in hypertension. **The American Journal of Medicine**, v. 52, n. 5, p. 584-594, 1972.

HE, F. J.; MACGREGOR, G. A. Importance of salt in determining blood pressure in children meta-analysis of controlled trials. **Hypertension**, v. 48, n. 5, p. 861-869, 2006.

HE, F. J.; MARRERO, N. M.; MACGREGOR, G. A. Salt and blood pressure in children and adolescents. **Journal of Human Hypertension**, v. 22, n. 1, p. 4-11, 2007.

INSTITUTE OF MEDICINE (US). PANEL ON DIETARY REFERENCE INTAKES FOR ELECTROLYTES; WATER. **DRI, dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate**. National Academy Press, 2005.

JELLIFFE, D. B. **Evaluación del estado de nutrición de la comunidad**. Organización Mundial de Salud, Ginebra, 1968. (OMS - Série de monografias - 53).

KAY, J. D.; SINAIKO, A. R.; DANIELS, S. R. Pediatric hypertension. **American Heart Journal**, v. 142, n. 3, p. 422-432, 2001.

MAIER, J. A. M.; BERNARDINI, D.; RAYSSIGUIER, Y.; MAZUR, A. High concentrations of magnesium modulate vascular endothelial cell behaviour in vitro. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease**, v. 1689, n. 1, p. 6-12, 2004a.

MAIER, J. A. M.; MALPUECH-BRUGÈRE, C.; ZIMOWSKA, W.; RAYSSIGUIER, Y.; MAZUR, A. Low magnesium promotes endothelial cell dysfunction: implications for atherosclerosis, inflammation and thrombosis. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease**, v. 1689, n. 1, p. 13-21, 2004b.

MCCARTHY, H. D.; JARRETT, K. V.; CRAWLEY, H. F. The development of waist circumference percentiles in British children aged 5.0-16.9 y. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 55, n. 10, p. 902-907, 2001.

MCCARTHY, H. D.; COLE, T. J.; FRY, T.; JEBB, S. A.; PRENTICE, A. M. Body fat reference curves for children. **International Journal of Obesity**, v. 30, n. 4, p. 598-602, 2006.

MCCARTHY, H. D.; ASHWELL, M. A study of central fatness using waist-to-height ratios in UK children and adolescents over two decades supports the simple message-

'keep your waist circumference to less than half your height'. **International Journal of Obesity**, v. 30, n. 6, p. 988-992, 2006.

MILLEN, BARBARA A.; QUATROMONI, P. A.; COPENHAFFER, D. L.; DEMISSIE, S.; O'HORO, C. E.; D'AGOSTINO, R. B. Validation of a dietary pattern approach for evaluating nutritional risk: the Framingham Nutrition Studies. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 101, n. 2, p. 187-194, 2001.

MIZUSHIMA, S.; CAPPUCCIO, F. P.; NICHOLS, R.; ELLIOTT, P. Dietary magnesium intake and blood pressure: a qualitative overview of the observational studies. **Journal of Human Hypertension**, v. 12, n. 7, p. 447-453, 1998.

NAFIU, O. O.; BURKE, C.; LEE, J.; VOEPEL-LEWIS, T.; MALVIYA, S.; TREMPER, K. K. Neck circumference as a screening measure for identifying children with high body mass index. **Pediatrics**, v. 126, n. 2, p. e306-e310, 2010.

OTTEN, J. J.; HELLWIG, J. P.; MEYERS, L. D. (Eds.). **DRI, dietary reference intakes: the essential guide to nutrient requirements**. National Academies Press, 2006.

PHILIPPI, S. T. Tabela de composição química de alimentos: suporte para decisão nutricional 2 a ed. **São Paulo: Coronária**, p. 1-135, 2002.

RAJ, M. Essential hypertension in adolescents and children: Recent advances in causative mechanisms. **Indian Journal of Endocrinology and Metabolism**, v. 15, n. Supl4, p. S367, 2011.

RAMCHANDRA, R.; BARRETT, C. J.; MALPAS, S. C. Nitric oxide and sympathetic nerve activity in the control of blood pressure. **Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology**, v. 32, n. 5-6, p. 440-446, 2005.

ROSS, A. C.; TAYLOR, C. L.; YAKTINE, A. L.; DEL VALLE, H. B. (Eds.). **Dietary reference intakes for calcium and vitamin D**. National Academies Press, 2011.

SALGADO, C. M.; CARVALHAES, J. T. A. Hipertensão arterial na infância. **Jornal de Pediatria**, v. 79, n. supl 1, p. S115-S124, 2003.

SARNO, F.; CLARO, R. M.; LEVY, R. B.; BANDONI, D. H.; FERREIRA, S. R. G.; MONTEIRO, C. A. Estimated sodium intake by the Brazilian population, 2002-2003. **Revista de Saúde Pública**, v. 43, n. 2, p. 219-225, 2009.

SATAKE, K.; LEE, J. D.; SHIMIZU, H.; UZUI, H.; MITSUKE, Y.; YUE, H.; UEDA, T. Effects of magnesium on prostacyclin synthesis and intracellular free calcium concentration in vascular cells. **Magnesium Research**, v. 17, n. 1, p. 20-27, 2004.

SHARRETT, A. R.; FEINLEIB, M. Water constituents and trace elements in relation to cardiovascular diseases. **Preventive Medicine**, v. 4, n. 1, p. 20-36, 1975.

SHARRETT, A. R. The role of chemical constituents of drinking water in cardiovascular diseases. **American Journal of Epidemiology**, v. 110, n. 4, p. 401-419, 1979.

SIMONS-MORTON, D. G.; HUNSBERGER, S. A.; VAN HORN, L.; BARTON, B. A.; ROBSON, A. M.; MCMAHON, R. P.; GREENLICK, M. R. Nutrient intake and blood pressure in the Dietary Intervention Study in Children. **Hypertension**, v. 29, n. 4, p. 930-936, 1997.

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, n. supl. 6, p. 3-36, 2005.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA; SOCIEDADE BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO; SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEFROLOGIA. V Diretrizes brasileiras de hipertensão arterial. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 89, n. 3, p. e24-e79, 2007.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO; SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA; SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEFROLOGIA. III Consenso Brasileiro de hipertensão arterial. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 43, n. 4, p. 257-286, 1999.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO. Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO, versão 2. 2006.

WEINBERGER, M. H.; MILLER, J. Z.; LUFT, F. C.; GRIM, C. E.; FINEBERG, N. S. Definitions and characteristics of sodium sensitivity and blood pressure resistance. **Hypertension**, v. 8, n. 6 Pt 2, p. II127, 1986.

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

YANG, Z.; ALTURA, B. T.; ALTURA, B. M. Low extracellular Mg<sup>2+</sup> contraction of arterial muscle: role of protein kinase C and protein tyrosine phosphorylation. **European journal of pharmacology**, v. 378, n. 3, p. 273-281, 1999.

YANG, Z.; WANG, J.; ALTURA, B. T.; ALTURA, B. M. Extracellular magnesium deficiency induces contraction of arterial muscle: role of PI3-kinases and MAPK signaling pathways. **Pflügers Archiv : European Journal of Physiology**, v. 439, n. 3, p. 240-247, 2000.

YANG, Z.; WANG, J.; ZHENG, T.; ALTURA, B. T.; ALTURA, B. M. Low [Mg<sup>2+</sup>] o induces contraction of cerebral arteries: roles of tyrosine and mitogen-activated protein

kinases. **American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology**, v. 279, n. 1, p. H185-H194, 2000.

YANG, Q.; ZHANG, Z.; KUKLINA, E. V.; FANG, J.; AYALA, C.; HONG, Y.; MERRITT, R. Sodium intake and blood pressure among US children and adolescents. **Pediatrics**, v. 130, n. 4, p. 611-619, 2012.

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**. 85:660-7, 2007.

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

## Tabelas

**Tabela 1.** Distribuição das variáveis antropométricas e de composição corporal das crianças com e sem hipertensão arterial. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012.

Variável/categoria	%	Hipertensão arterial		P
		Não (%)	Sim (%)	
<b>IMC/idade</b>				0,363 <sup>a</sup>
Baixo peso / Eutrofia	68,0	97,0	3,0	
Sobrepeso / Obesidade	32,0	94,6	5,4	
<b>Perímetro da cintura</b>				0,768 <sup>b</sup>
Normal	57,6	96,5	3,5	
Aumentado	42,4	95,9	4,1	
<b>Relação cintura estatura</b>				0,829 <sup>a</sup>
≤ 0,50	82,1	96,1	3,9	
> 0,50	17,9	96,7	3,3	
<b>Perímetro do pescoço</b>				0,629 <sup>a</sup>
Normal	89,6	96,5	3,5	
Aumentado	10,4	94,3	5,7	
<b>Percentual de Gordura corporal</b>				0,881 <sup>b</sup>
Normal	72,9	96,1	3,9	
Excessivo	27,1	96,4	3,6	

IMC/idade: Índice de massa corporal por idade; <sup>a</sup> Teste Exato de Fisher; <sup>b</sup> Teste qui-quadrado de Pearson.

**Tabela 2.** Distribuição da ingestão dietética de macro e micronutrientes das crianças. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012.

Nutriente	Inadequação (%)			P
	Total	Meninos	Meninas	
<b>Carboidrato (% kcal)</b>	38,6	38,0	39,0	0,851
<b>Proteína (% kcal)</b>	17,9	19,0	17,1	0,643
<b>Lipídio (% kcal)</b>	61,7	64,8	59,5	0,320
<b>Gordura monoinsaturada (g)</b>	0,3	0,0	0,5	0,405 <sup>a</sup>
<b>Gordura poliinsaturada (g)</b>	5,5	4,2	6,3	0,394
<b>Gordura saturada (g)</b>	69,2	69,7	68,8	0,852
<b>Fibra (g) *</b>	89,3	87,3	90,7	0,312
<b>Vitamina C (mg)</b>	40,6	38,7	41,9	0,548
<b>Tiamina (mg)</b>	2,9	1,4	3,9	0,172 <sup>a</sup>
<b>Riboflavina (mg)</b>	21,0	22,5	20,0	0,569
<b>Niacina (mg)</b>	8,4	9,9	7,3	0,400
<b>Vitamina B<sub>6</sub> (mg)</b>	17,6	19,7	16,1	0,384
<b>Sódio (mg) *</b>	77,6	76,8	78,1	0,777
<b>Cálcio (mg)</b>	96,3	95,8	96,6	0,696
<b>Ferro (mg)</b>	12,4	12,7	12,2	0,894
<b>Potássio (mg) *</b>	98,0	96,5	99,0	0,097 <sup>a</sup>
<b>Fósforo (mg)</b>	43,8	44,4	43,3	0,861
<b>Zinco (mg)</b>	48,4	54,6	44,1	0,055
<b>Magnésio (mg)</b>	45,5	50,7	41,9	0,107
<b>Manganês (mg) *</b>	75,8	78,9	73,7	0,265
<b>Cobre (mg)</b>	13,3	12,7	13,7	0,791

\* Percentual de indivíduos com ingestão abaixo da AI (*Ingestão adequada*); <sup>a</sup> Teste Exato de Fisher.



**Tabela 3.** Razão de prevalência bruta da hipertensão arterial segundo quintis de ingestão de macronutrientes das crianças. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012.

<b>Variável / categoria</b>	<b>Hipertensão arterial (%)</b>	<b>RP (bruta)</b>	<b>IC 95%</b>	<b>P</b>
<b>Carboidrato</b>				
< 5º quintil	3,97	1		
5º quintil	2,90	0,73	(0,17-3,22)	0,68
<b>Proteína</b>				
< 5º quintil	3,25	1		
5º quintil	5,80	1,78	(0,17-3,22)	0,32
<b>Lipídio</b>				
< 5º quintil	2,89	1		
5º quintil	7,25	2,51	(0,85-7,44)	0,10
<b>Gordura monoinsaturada</b>				
< 5º quintil	3,96	1		
5º quintil	2,94	0,74	(0,17-3,28)	0,70
<b>Gordura poliinsaturada</b>				
< 5º quintil	3,97	1		
5º quintil	2,90	0,73	(0,17-3,22)	0,68
<b>Gordura saturada</b>				
< 5º quintil	4,32	1		
5º quintil	1,47	0,34	(0,04-2,58)	0,30
<b>Fibra</b>				
> 1º quintil	3,62	1		
1º quintil	4,29	1,18	(0,33-4,19)	0,80

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

**Tabela 4.** Razão de prevalência bruta da hipertensão arterial segundo quintis de ingestão dietética de micronutrientes das crianças. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012.

<b>Variável / categoria</b>	<b>Hipertensão arterial (%)</b>	<b>RP (bruta)</b>	<b>IC 95%</b>	<b>P</b>
<b>Vitamina C</b>				
> 1º quintil	3,62	1		
1º quintil	4,29	1,19	(0,33-4,19)	0,31
<b>Tiamina</b>				
> 1º quintil	3,61	1		
1º quintil	4,35	1,20	(0,34-4,27)	0,77
<b>Riboflavina</b>				
> 1º quintil	3,99	1		
1º quintil	2,86	0,72	(0,16-3,17)	0,66
<b>Niacina</b>				
> 1º quintil	3,99	1		
1º quintil	2,86	0,72	(0,16-3,17)	0,66
<b>Vitamina B<sub>6</sub></b>				
> 1º quintil	3,99	1		
1º quintil	2,86	0,72	(0,16-3,17)	0,66
<b>Sódio</b>				
< 5º quintil	2,53	1		
5º quintil	8,70	3,44	(1,19-9,93)	0,02*
<b>Cálcio</b>				
> 1º quintil	3,62	1		
1º quintil	4,29	1,18	(0,33-4,19)	0,80
<b>Ferro</b>				
> 1º quintil	3,99	1		
1º quintil	2,86	0,72	(0,16-3,17)	0,66
<b>Potássio</b>				
> 1º quintil	3,26	1		
1º quintil	5,71	1,75	(0,55-5,53)	0,34
<b>Fósforo</b>				
< 5º quintil	3,96	1		
5º quintil	2,94	0,74	(0,17-3,28)	0,70
<b>Zinco</b>				
> 1º quintil	3,62	1		
1º quintil	4,29	1,18	(0,33-4,19)	0,80
<b>Magnésio</b>				
> 1º quintil	2,54	1		
1º quintil	8,57	3,38	(1,17-9,75)	0,02*
<b>Manganês</b>				
> 1º quintil	3,61	1		
1º quintil	4,35	1,20	(0,34-4,27)	0,77
<b>Cobre</b>				
> 1º quintil	3,62	1		
1º quintil	4,29	1,18	(0,33-4,19)	0,80

RP: razão de prevalência; IC 95%: intervalo de confiança de 95%; \*Diferença estatística (p< 0,05).

**Tabela 5.** Razão de prevalência (RP) bruta e ajustada para a hipertensão arterial nas crianças. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012.

<b>Variável / categoria</b>	<b>Hipertensão arterial (%)</b>	<b>RP bruta (IC 95%)</b>	<b>RP ajustada (IC 95%)</b>	<b>P</b>
<b>Sódio</b>				
< 5º quintil	2,53	1	1	
5º quintil	8,70	3,44 (1,19-9,93)	3,04 (1,04-8,85)	0,04
<b>Magnésio</b>				
> 1º quintil	2,54	1	1	
1º quintil	8,57	3,38 (1,17-9,75)	2,98 (1,02-8,68)	0,04

RP: razão de prevalência; IC 95%: intervalo de confiança de 95%; Modelo ajustado por idade.

### 5.2.3 Artigo 3: Ingestão de ferro e vitamina B<sub>6</sub> está associada com a resistência à insulina em crianças brasileiras.

#### Resumo

**Objetivo:** Analisar a associação entre a ingestão dietética de macro e micronutrientes e a resistência à insulina em crianças. **Metodologia:** Trata-se de um estudo de corte transversal, representativo do município de Viçosa - MG, Brasil, realizado com 347 crianças brasileiras de 8 e 9 anos. A resistência à insulina foi verificada pelo cálculo do Índice *Homeostasis Model Assessment - Insulin Resistance* (HOMA-IR), sendo considerados aumentados valores acima de 2,5. A ingestão dietética foi avaliada pelo preenchimento de três registros alimentares em dias não consecutivos, incluindo um fim de semana. Os dados dos registros foram corrigidos pela variabilidade intraindividual e ajustados pela energia segundo o método residual. A associação entre a ingestão dietética e a resistência à insulina foi verificada através de regressão de Poisson com variâncias robustas, sendo realizado controle por variáveis demográficas socioeconômicas e medidas de adiposidade corporal. **Resultados:** O HOMA-IR aumentado foi observado em 12,2% das crianças avaliadas. A ingestão média de gordura saturada foi de 16,1 g e a mediana de consumo de fibra de 12,3 g. Observou-se maior mediana de ingestão de potássio nos meninos ( $p=0,038$ ). Uma maior prevalência de HOMA-IR aumentado foi verificada nas crianças no menor quintil de consumo de vitamina B<sub>6</sub> (RP: 2,15; IC95%: 1,20-3,85) e ferro (RP: 1,95; IC95%: 1,07-3,54). **Conclusões:** O baixo consumo de ferro e vitamina B<sub>6</sub> associou-se ao HOMA-IR aumentado nas crianças avaliadas. Os mecanismos para explicar essa relação podem estar relacionados ao papel antioxidante destes nutrientes.

**Palavras-chave:** Micronutrientes, vitamina B<sub>6</sub>, ferro, resistência à insulina, criança.

## Introdução

A resistência à insulina é uma condição clínica caracterizada por uma diminuição da sensibilidade ou capacidade de resposta às ações metabólicas da insulina, tais como a utilização de glicose sérica e inibição da produção de glicose hepática (MATTHEWS *et al.*, 1985).

Existem vários métodos para quantificar a sensibilidade à insulina direta ou indiretamente. Para estudos epidemiológicos e clínicos, métodos mais simples e indiretos, tais como o modelo de avaliação da homeostase de resistência à insulina, têm sido defendidos para detecção da resistência à insulina (ASCASO *et al.*, 2003).

A diminuição da sensibilidade à insulina leva a um aumento da produção deste hormônio, e esse desequilíbrio provoca uma predisposição para várias doenças metabólicas, como aterosclerose precoce, a obesidade progressiva, *acantose nigricans*, hipertensão, dislipidemia, esteatose hepática e síndrome dos ovários policísticos (TEN; MACLAREN, 2004).

A resistência à insulina é mais frequente em crianças e adolescentes obesos e aumenta significativamente o risco de hipertensão e doenças cardiovasculares, bem como de diabetes *mellitus* (FERRANNINI *et al.*, 1987; MARTIN *et al.*, 1992; KAHN *et al.*, 1993). Considerando que a obesidade e a resistência à insulina estão se tornando um problema frequente também na faixa etária pediátrica, a detecção precoce da resistência à insulina torna-se importante para a prevenção destas complicações (KURTOĞLU *et al.*, 2010).

Estudos têm apontado a existência de relação entre a ingestão de gordura e a resistência à insulina em crianças, sendo que uma ingestão aumentada de gordura mostrou reduzir a sensibilidade à insulina (SUNEHAG *et al.*, 2002; WEIGENBERG *et al.*, 2005). Outros trabalhos também mostraram uma associação entre a ingestão deficiente de micronutrientes, tais como o cálcio, magnésio, zinco, vitaminas A, D e E, com a resistência à insulina em crianças e adolescentes (HUERTA *et al.*, 2005; SANTOS *et al.*, 2008; KELLY *et al.*, 2011; ORTEGA *et al.*, 2012; GARCÍA *et al.*, 2013), entretanto, ainda existem controvérsias e alguns mecanismos para subsidiar essa relação ainda não foram totalmente esclarecidos.

Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi estimar a associação entre a ingestão dietética de macro e micronutrientes e a resistência à insulina em crianças do município de Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

## **Materiais e Métodos**

Trata-se de um estudo transversal representativo do município de Viçosa, Minas Gerais, desenvolvido com crianças de 8 e 9 anos. A escolha da faixa etária escolhida se deve à menor variação fisiológica dentro de toda a faixa etária escolar.

O cálculo da amostra foi realizado utilizando-se programa Epi Info 7.0, considerando-se o número total de escolares na faixa etária estudada no ano de 2012 (N= 1259), uma prevalência de 50% de alterações cardiometabólicas, um erro padrão de 5% com intervalo de confiança de 95%, erro amostral de 20%, perda estimada de 20% e 10% para análise multivariada, o que resultou numa amostra de 381 crianças, sendo 80% de escola pública e 20% de escola particular, para garantir a proporcionalidade entre as redes de ensino. Contudo, a amostra estudada foi constituída por 347 crianças, uma vez que ocorreu uma perda de 8,9% (n=34) da amostra inicial, selecionada para o estudo, em virtude da não entrega dos registros alimentares solicitados. Este percentual de perdas foi menor que o previsto no cálculo amostral (20%).

A seleção dos participantes foi realizada de forma aleatória, mediante sorteio no programa Microsoft Excel 2007, a partir de um universo de crianças matriculadas nas escolas públicas e privadas do município em 2012. O indivíduo sorteado era abordado na escola e orientado a entregar aos pais ou responsáveis uma carta convite, explicando detalhadamente os objetivos do estudo, e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para permitir a participação da criança na pesquisa. Não foram incluídas no estudo crianças que apresentassem alguma alteração de saúde ou que estivessem em uso de medicamentos que pudessem influenciar no perfil bioquímico das mesmas.

Amostras de sangue foram coletadas após 12 horas de jejum para realização das análises bioquímicas. Foram coletados 14mL de sangue venoso, sendo 10mL para obtenção do soro e 4mL para coleta do plasma. O material passou por centrífuga Excelsa modelo 206 BL por dez minutos a 3.500 rpm, logo após a coleta.

A glicemia foi mensurada pelo método enzimático da glicose-oxidase com o equipamento de automação Cobas Mira Plus (Roche®). A insulinemia foi dosada por eletroquimioluminescência, com automação pelo equipamento Modular E (Roche®). A glicemia e insulinemia de jejum foram utilizadas para cálculo do Índice *Homeostasis Model Assessment - Insulin Resistance* (HOMA-IR), por meio da fórmula: glicemia de jejum (mmol/mL) x insulinemia de jejum ( $\mu$ U/mL) / 22,5 (MATTHEWS *et al.*, 1985).

O modelo de avaliação da homeostase de resistência à insulina (HOMA-IR) é um parâmetro frequentemente utilizado na pesquisa clínica (WALLACE; MATTHEWS, 2002; CUTFIELD *et al.*, 2003) e sua utilidade na avaliação da resistência insulínica tem sido validada em crianças e adolescentes (KESKIN *et al.*, 2005; ATABEK; PIRGON, 2007).

Para interpretação dos valores de glicemia e insulina de jejum, foram utilizados os pontos de corte sugeridos pela Sociedade Brasileira de Diabetes (2007) e I Diretriz de Prevenção da Aterosclerose na Infância e na Adolescência (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA *et al.*, 2005), respectivamente. Para a avaliação do índice HOMA-IR, considerou-se o ponto de corte para crianças proposto por Madeira *et al.* (2008), sendo classificado como aumentado os valores acima de 2,5.

Realizou-se a aferição do peso e estatura das crianças, para o cálculo do índice de massa corporal ( $IMC = \text{peso em kg} / \text{estatura em m}^2$ ), utilizando-se balança eletrônica Marte<sup>®</sup> PP180, com capacidade de 150 quilos e sensibilidade de 50 gramas e antropômetro vertical Altorexata<sup>®</sup>, com extensão de 2 metros, dividido em centímetros e subdividido em milímetros, de acordo com as recomendações de Jelliffe (1968). O excesso de peso foi verificado considerando os pontos de cortes IMC por idade em escore-z preconizados pela Organização Mundial de Saúde (2007).

O perímetro da cintura (PC) foi aferido durante a expiração normal no ponto médio entre a crista ilíaca e a última costela utilizando-se fita métrica, flexível e inelástica, com extensão de 2 metros, dividida em centímetros e subdividida em milímetros, sendo a adiposidade central estimada de acordo com os pontos de corte de PC em crianças propostos por McCarthy, Jarrett e Crawley (2001).

A partir das medidas de PC e estatura, calculou-se a relação cintura/estatura (RCE), sendo um valor acima de 0,50 utilizado como ponto de corte para obesidade central conforme proposto por McCarthy e Ashwell (2006).

O Perímetro do Pescoço (PP) foi aferido no nível da cartilagem da tireoide, utilizando-se a mesma fita usada na aferição do PC, sendo considerados os pontos de corte para classificação do PP sugeridos por Nafiu *et al.* (2010).

O percentual de gordura corporal das crianças foi verificado por Absorimetria de raios-x de dupla energia (DEXA - *Dual Energy X-ray Absorptiometry*), seguindo protocolo específico para realização do mesmo, e o excesso de gordura corporal foi estimado segundo os pontos de corte estabelecidos por McCarthy *et al.* (2006).

Para avaliação da ingestão dietética, solicitou-se o preenchimento de três registros alimentares pelas crianças com auxílio dos pais ou responsáveis, em dias não consecutivos, incluindo um dia de fim de semana. Os indivíduos foram orientados verbalmente e por escrito sobre o preenchimento adequado dos mesmos. As informações de consumo foram revisadas quando necessário, sendo utilizado álbum fotográfico (ZABOTTO; VIANA; GIL, 1996) para determinação do tamanho das porções ingeridas.

A composição química dos alimentos ingeridos foi analisada no *software* Diet Pro 5i, sendo estimada a ingestão de carboidrato, proteína, lipídio, gorduras saturadas, monoinsaturadas e poliinsaturadas, fibra, cálcio, cobre, ferro, fósforo, magnésio, manganês, niacina, potássio, riboflavina, sódio, tiamina, vitamina B<sub>6</sub>, vitamina C, zinco. Priorizou-se a utilização de tabelas de composição de alimentos brasileiras (UNICAMP/NEPA, 2006; PHILIPPI, 2002), uma vez que o conteúdo de micronutrientes da maioria dos alimentos depende da concentração dos mesmos no solo (AMARANTE; GERMANO; LUCAS, 2011).

A análise dos dados foi realizada com o auxílio do *software* Stata versão 9.1. O teste Kolmogorov-Smirnov foi realizado para avaliar a normalidade através das variáveis contínuas. As variáveis categóricas foram descritas em valores absolutos e relativos e as quantitativas por meio de medidas de tendência central e de dispersão. As médias/medianas de ingestão dos macro e micronutrientes e os quintis de consumo foram estimados a partir dos dados dos registros alimentares, corrigidos pela variabilidade intraindividual (FISBERG *et al.*, 2005) e ajustados pela energia de acordo com o método residual (WILLETT; STAMPFER, 1998).

O teste qui-quadrado de Pearson ou Exato de Fisher foram utilizados para comparar as distribuições de frequência das variáveis categóricas. Para verificar a existência de diferenças no consumo de macro e micronutrientes entre os sexos, utilizou-se o teste t-*Student* para as variáveis com distribuição normal e o teste de Mann-Whitney para as variáveis assimétricas. O nível de significância estatística adotado em todas as análises foi de 0,05.

A associação entre a ingestão dietética de macro e micronutrientes e a resistência insulínica foi verificada através da análise de regressão de Poisson com variâncias robustas. Primeiramente foi realizada a análise bivariada para verificar possíveis associações entre os quintis de ingestão dos nutrientes com o HOMA-IR aumentado, em



seguida, as variáveis que apresentaram p-valor inferior a 0,20 foram incluídas na análise multivariada.

Para a seleção do modelo final, foi utilizada a estratégia passo a passo, com a inclusão de todas as variáveis selecionadas durante a análise bivariada em ordem decrescente de significância estatística. O modelo múltiplo foi também ajustado por variáveis demográficas e socioeconômicas, antropométricas e de composição corporal (tais como, idade, sexo, local de residência, tipo de escola, idade e escolaridade materna, estado nutricional, perímetro da cintura, RCE, perímetro do pescoço e percentual de gordura corporal). As variáveis com valor de  $p \geq 0,05$  foram retiradas uma a uma do modelo e consideradas definitivamente excluídas, se o decréscimo na explicação do desfecho não era estatisticamente significativo. Para tal, o modelo foi avaliado a cada retirada com o auxílio dos testes estatísticos de Wald e a razão de verossimilhança parcial baseado na estatística  $-2[\ln(Lr) - \ln(Lc)]$ , que compara a verossimilhança do modelo reduzido - Lr com a verossimilhança do modelo completo - Lc. A avaliação da qualidade do modelo final se deu pela aplicação do teste da bondade (*goodness-of-fit test*).

Este estudo foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (Protocolo Ofício nº 045/202, de 23 de maio de 2012).

## Resultados

Foram avaliadas 347 crianças de 8 e 9 anos, sendo 59,1% do sexo feminino. A resistência insulínica, determinada pelo HOMA-IR aumentado, foi observada em 12,2% das crianças estudadas. A frequência de excesso de peso e percentual gordura corporal excessivo foi de 32% e 42,4%, respectivamente. Contudo, não se observou diferenças significativas nas frequências de excesso de peso, adiposidade central e gordura corporal excessiva entre as crianças em relação à presença de HOMA-IR aumentado (Tabela 1).

Quanto à ingestão dietética, destaca-se uma ingestão média de gordura saturada de 16,1 g, bem como uma mediana de consumo de fibra de 12,3 g. Foi verificada maior mediana de ingestão de potássio entre os meninos ( $p= 0,038$ ) - Tabela 2.

Com base na análise bivariada, dentre os macronutrientes, o único incluído na análise de regressão múltipla foi o carboidrato ( $p < 0,20$ ) (Tabela 3), e dentre os micronutrientes foram incluídos: vitamina B<sub>6</sub>, ferro potássio e magnésio, sendo (Tabela 4).

Após ajuste do modelo de regressão, os nutrientes que se associaram a resistência insulínica foram a vitamina B<sub>6</sub> e o ferro. A prevalência de HOMA-IR aumentado foi maior nas crianças com consumo de vitamina B<sub>6</sub> (RP: 2,15; IC95%: 1,20-3,85) e ferro (RP: 1,95; IC95%: 1,07-3,54) no menor quintil (0,31 - 0,69 mg e 2,61 - 6,68 mg, respectivamente) quando comparadas àquelas com consumo destes micronutrientes nos quintis superiores (Figura 1).

## Discussão

Os resultados deste estudo mostram uma frequência considerável (12,2%) de resistência à insulina nas crianças avaliadas. Concomitante com o aumento da obesidade pediátrica nas últimas três décadas, houve também um aumento significativo no número de crianças e adolescentes com sinais clínicos de resistência à insulina (RI), sendo este cenário preocupante, uma vez que tem sido sugerido que a RI é um importante elo entre a obesidade e alterações metabólicas associadas e risco cardiovascular (SINAIKO *et al.*, 2005; WEISS; KAULMAN, 2008).

No presente estudo, o baixo consumo de vitamina B<sub>6</sub> e ferro foram associados a resistência insulínica nas crianças. Isto pode ser explicado, em parte, pelo papel desempenhado por esses micronutrientes no estresse oxidativo. O estresse oxidativo é um importante fator no desenvolvimento de manifestações clínicas envolvidas na gênese da síndrome metabólica tais como a resistência à insulina (FERREIRA *et al.*, 2011).

A vitamina B<sub>6</sub> é o termo genérico empregado para designar seis compostos hidrossolúveis que são enzimaticamente convertidas na sua forma mais ativa, piridoxal 5'- fosfato (PLP), sendo, assim, consideradas equivalentes biológicos no organismo humano (COURSIN, 1961). Este micronutriente participa da síntese e degradação de aminoácidos, bem como está envolvido em processos relacionados ao metabolismo de carboidratos e ácidos graxos. Além disso, apresenta função antioxidante, neutralizando radicais livres com capacidade semelhante aos tocoferóis e carotenoides (FITZPATRICK; MOCCAND; ROUX, 2010; HELLMANN; MOONEY, 2010).

Estudos mostram evidências de que a vitamina B<sub>6</sub> desempenha um papel antioxidante relevante nas células. Piridoxal e piridoxina, as formas vitamínicas mais reativas, são capazes de neutralizar radicais superóxidos e hidroxil em ensaios *in vitro*, enquanto que a piridoxamina mostrou-se mais efetiva na prevenção da formação de superóxidos e de hemoglobina glicada, e em minimizar a peroxidação de membranas de eritrócitos em situação de auto-oxidação de glicose (DEPEINT *et al.*, 2006; MATXAIN *et al.*, 2006; MATXAIN *et al.*, 2009).

A vitamina B<sub>6</sub> também está relacionada com a prevenção da formação de produtos de glicação e de lipoperoxidação avançada. Tais substâncias estão aumentadas em indivíduos diabéticos e hiperlipidêmicos e se correlacionam com complicações renais e vasculares observadas nessas doenças (DEPEINT *et al.*, 2006).

Em um estudo com adultos jovens porto-riquenhos, baixas concentrações de vitamina B<sub>6</sub> foram associadas com inflamação, elevado estresse oxidativo e outras condições metabólicas (SHEN *et al.*, 2010). Na população infantil, até o momento, não foram encontrados estudos que avaliaram essa associação.

O baixo consumo de ferro, no presente estudo, mostrou-se associado à resistência à insulina nas crianças avaliadas. O ferro é um micronutriente essencial, o qual é requerido por um grande número de proteínas nos sistemas biológicos para que diversas funções vitais sejam exercidas. Este mineral participa de enzimas importantes no organismo, como a catalase, que atua na redução do peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), especialmente quando este é produzido em grande quantidade na cadeia de inibição de radicais livres (DÉTIVAUD *et al.*, 2005).

No entanto, ao contrário do que sugere o nosso estudo, outros trabalhos tem mostrado que a sobrecarga de ferro contribui para uma menor sensibilidade à insulina (FERRANINI, 2000; FACCHINI; SAYLOR, 2003; JEHN; CLARK; GUALLAR, 2004). Uma vez que o comprometimento da insulina também está associado ao estresse oxidativo, a concentração deste hormônio pode ser afetada pelo Fe<sup>+++</sup> (FERREIRA *et al.*, 2011).

O ferro contido nas células que não é utilizado por outras ferroproteínas é acumulado na ferritina, a qual, no entanto, tem capacidade de ligação de ferro limitada (FLEMING; BACON, 2005). A alta concentração nos estoques de Fe<sup>+++</sup> pode diminuir a extração hepática de insulina (FERRANINI, 2000) e também resultar na produção de radical hidroxil (via reação de Haber-Weiss, que é iniciada com Fe<sup>+++</sup>) que, viabiliza a lipoperoxidação (FACCHINI; SAYLOR, 2003; JEHN; CLARK; GUALLAR, 2004).

Como pontos fortes do estudo, destacamos que o mesmo é representativo das crianças de na faixa etária de 8 e 9 anos do município de Viçosa - MG. Além disso, os dados de ingestão dietética foram coletados por meio de registros alimentares de três dias não consecutivos (incluindo um dia do fim de semana), visando eliminar o viés de memória e representar de forma mais fidedigna o consumo alimentar das crianças, bem como os mesmos foram estatisticamente tratados, eliminando o efeito da variabilidade intraindividual e do consumo energético nas estimativas de ingestão. Este é o primeiro estudo mostrando uma associação entre a baixa ingestão de ferro e a resistência insulínica em crianças. Entretanto, são necessários mais estudos para esclarecer os mecanismos envolvidos nessa associação.

Algumas limitações do estudo podem ser destacadas. Os dados dos registros alimentares estão sujeitos de sub ou superestimação do consumo alimentar, havendo possibilidade deste ter sido alterado, uma vez que o indivíduo sabe que está sendo avaliado (FISBERG; MARCHIONI; COLUCCI, 2009). Por se tratar de um estudo de delineamento transversal, não é possível estabelecer uma relação de causa e efeito entre a resistência à insulina e de vitamina B<sub>6</sub> e ferro.

Por fim, reforçamos que este é um dos poucos trabalhos brasileiros que avaliaram a relação do consumo de macro e micronutrientes com a resistência insulínica na população infantil. Os resultados do presente estudo são de suma importância ao fornecer hipóteses para subsidiar o desenvolvimento de outros estudos longitudinais que possam elucidar essa associação.

## **Conclusão**

A baixa ingestão de ferro e vitamina B<sub>6</sub> mostrou-se associada à resistência à insulina nas crianças brasileiras. Sugere-se que os mecanismos bioquímicos envolvidos estejam relacionados ao papel antioxidante destes nutrientes, embora os achados sejam ainda controversos. Em relação ao ferro, ressalta-se a necessidade de estudos mais aprofundados para o esclarecimento dos mecanismos envolvidos nestas associações. A realização de estudos longitudinais é de grande relevância para melhor compreender a relação de causalidade entre o consumo desses micronutrientes e a resistência insulínica.

## Referências

- AMARANTE, C. B.; GERMANO, C. M.; LUCAS, F. C. A. Determinação dos micronutrientes Cu, Fe, Zn e Mn em plantas alimentícias consumidas na comunidade Rio Urubueua de Fátima, Abaetetuba, PA. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, n.12, p. 1-11, 2011.
- ASCASO, J. F.; PARDO, S.; REAL, J. T.; LORENTE, R. I.; PRIEGO, A.; CARMENA, R. Diagnosing insulin resistance by simple quantitative methods in subjects with normal glucose metabolism. **Diabetes Care**, v. 26, n. 12, p. 3320-3325, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE PESQUISA - ABEP. **Critério de Classificação Econômica - Brasil**. São Paulo: ABEP, 2014. Disponível em: <<http://www.abep.org/new/criterioBrasil.aspx>>. Acesso em: 17 de julho de 2014.
- ATABEK, M. E.; PIRGON, O. Assessment of insulin sensitivity from measurements in fasting state and during an oral glucose tolerance test in obese children. **Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism**, v. 20, n. 2, p. 187-196, 2007.
- COURSIN, D. B. Present status of vitamin B6 metabolism. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 9, n. 3, p. 304-314, 1961.
- CUTFIELD, W. S.; JEFFERIES, C. A.; JACKSON, W. E.; ROBINSON, E. M.; HOFMAN, P. L. Evaluation of HOMA and QUICKI as measures of insulin sensitivity in prepubertal children. **Pediatric Diabetes**, v. 4, n. 3, p. 119-125, 2003.
- DEPEINT, F.; BRUCE, W. R.; SHANGARI, N.; MEHTA, R.; O'BRIEN, P. J. Mitochondrial function and toxicity: role of the B vitamin family on mitochondrial energy metabolism. **Chemico-biological Interactions**, v. 163, n. 1, p. 94-112, 2006.
- DÉTIVAUD, L.; NEMETH, E.; BOUDJEMA, K.; TURLIN, B.; TROADEC, M. B.; LEROYER, P.; LORÉAL, O. Hcpidin levels in humans are correlated with hepatic iron stores, hemoglobin levels and hepatic function. **Blood**, v. 106, n. 2, p. 746-748, 2005.
- FACCHINI, F. S.; SAYLOR, K. L. A low-iron-available, polyphenol-enriched, carbohydrate-restricted diet to slow progression of diabetic nephropathy. **Diabetes**, v. 52, n. 5, p. 1204-1209, 2003.
- FERRANNINI, E.; BUZZIGOLI, G.; BONADONNA, R.; GIORICO, M. A.; OLEGGINI, M.; GRAZIADEI, L.; BEVILACQUA, S. Insulin resistance in essential hypertension. **New England Journal of Medicine**, v. 317, n. 6, p. 350-357, 1987.
- FERRANNINI, E. Insulin resistance, iron, and the liver. **The Lancet**, v. 355, n. 9222, p. 2181-2182, 2000.
- FERREIRA, A. L. A.; CORREA, C. R.; FREIRE, C. M. M.; MOREIRA, P. L.; BERCHIERI-RONCHI, C. B.; REIS, R. A. S.; NOGUEIRA, C. R. Síndrome

metabólica: atualização de critérios diagnósticos e impacto do estresse oxidativo na patogênese. **Revista Brasileira de Clínica Médica**, v. 9, n. 1, p. 54-61, 2011.

FISBERG, R. M.; SLATER, B.; MARCHIONI, D. M. L.; MARTINI, L. A. Anexo 7 - Ajuste de dados de energia e nutrientes para estimar a distribuição da ingestão alimentar habitual em grupos. In: Fisberg RM, Slater B, Marchioni DML, Martini LA, organizadores. *Inquéritos alimentares: métodos e bases científicas*. Barueri: Editora Manole; 2005. p. 314-22.

FITZPATRICK, T. B.; MOCCAND, C.; ROUX, C. Vitamin B6 biosynthesis: charting the mechanistic landscape. **ChemBioChem**, v. 11, n. 9, p. 1185-1193, 2010.

FLEMING, R. E.; BACON, B. R. Orchestration of iron homeostasis. **The New England Journal of Medicine**, v. 352, n. 17, p. 1741-1744, 2005.

GARCÍA, O. P.; GARCÍA, O. P.; RONQUILLO, D.; DEL CARMEN CAAMAÑO, M.; MARTÍNEZ, G.; CAMACHO, M.; LÓPEZ, V.; ROSADO, J. L. Zinc, Iron and Vitamins A, C and E Are Associated with Obesity, Inflammation, Lipid Profile and Insulin Resistance in Mexican School-Aged Children. **Nutrients**, v. 5, n. 12, p. 5012-5030, 2013.

HELLMANN, H.; MOONEY, S. Vitamin B6: a molecule for human health?. **Molecules**, v. 15, n. 1, p. 442-459, 2010.

HUERTA, M. G; ROEMMICH, J. N.; KINGTON, M. L.; BOVBJERG, V. E.; WELTMAN, A. L.; HOLMES, V. F.; NADLER, J. L. . Magnesium deficiency is associated with insulin resistance in obese children. **Diabetes Care**, v. 28, n. 5, p. 1175-1181, 2005.

JEHN, M.; CLARK, J. M.; GUALLAR, E. Serum ferritin and risk of the metabolic syndrome in US adults. **Diabetes care**, v. 27, n. 10, p. 2422-2428, 2004.

JELLIFFE, D. B. **Evaluación del estado de nutrición de la comunidad**. Organización Mundial de Salud, Ginebra, 1968. (OMS - Série de monografias - 53).

KAHN, S. E.; PRIGEON, R. L.; MCCULLOCH, D. K.; BOYKO, E. J.; BERGMAN, R. N.; SCHWARTZ, M. W.; NEIFING, J. L.; WARD, W. K.; BEARD, J. C.; PALMER, J. P. Quantification of the relationship between insulin sensitivity and beta-cell function in human subjects: Evidence for a hyperbolic function. **Diabetes**, v. 42, p. 1663-72, 1993.

KELLY, A.; BROOKS, L. J.; DOUGHERTY, S.; CARLOW, D. C.; ZEMEL, B. S. A cross-sectional study of vitamin D and insulin resistance in children. **Archives of Disease in Childhood**, p. archdischild187591, 2011.

KESKIN, M.; KURTOGLU, S.; KENDIRCI, M.; ATABEK, M. E.; YAZICI, C. Homeostasis model assessment is more reliable than the fasting glucose/insulin ratio and quantitative insulin sensitivity check index for assessing insulin resistance among obese children and adolescents. **Pediatrics**, v. 115, n. 4, p. e500-e503, 2005.



KURTOĞLU, S.; HATIPOĞLU, N.; MAZICIOĞLU, M.; KENDIRICI, M.; KESKIN, M.; KONDOLOT, M. Insulin Resistance in Obese Children and Adolescents: HOMA-IR Cut-Off Levels in the Prepubertal and Pubertal Periods. **Journal of Clinical Research in Pediatric Endocrinology**, v. 2, n. 3, p. 100, 2010.

MCCARTHY, H. D.; JARRETT, K. V.; CRAWLEY, H. F. The development of waist circumference percentiles in British children aged 5.0-16.9 y. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 55, n. 10, p. 902-907, 2001.

MCCARTHY, H. D.; COLE, T. J.; FRY, T.; JEBB, S. A.; PRENTICE, A. M. Body fat reference curves for children. **International Journal of Obesity**, v. 30, n. 4, p. 598-602, 2006.

MCCARTHY, H. D.; ASHWELL, M. A study of central fatness using waist-to-height ratios in UK children and adolescents over two decades supports the simple message- 'keep your waist circumference to less than half your height'. **International Journal of Obesity**, v. 30, n. 6, p. 988-992, 2006.

MADEIRA I. R.; CARVALHO C. N.; GAZOLLA F. M.; MATOS H. J.; BORGES M. A.; BORDALLO M. A. Cut-off point for Homeostatic Model Assessment for Insulin Resistance (HOMA-IR) index established from Receiver Operating Characteristic (ROC) curve in the detection of metabolic syndrome in overweight pre-puberal children. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 52, n. 9, p. 1466-1473, 2008.

MARTIN, B. C.; WARRAM, J. H.; KROLEWSKI, A. S.; SOELDNER, J. S.; KAHN, C. R.; MARTIN, B. C.; BERGMAN, R. N. Role of glucose and insulin resistance in development of type 2 diabetes mellitus: results of a 25-year follow-up study. **The Lancet**, v. 340, n. 8825, p. 925-929, 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  $\beta$ -cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. **Diabetologia**, v. 28, n. 7, p. 412-419, 1985.

MATXAIN, J. M.; RISTILÄ, M.; STRID, Å.; ERIKSSON, L. A. Theoretical study of the antioxidant properties of pyridoxine. **The Journal of Physical Chemistry A**, v. 110, n. 48, p. 13068-13072, 2006.

MATXAIN, J. M.; PADRO, D.; RISTILÄ, M.; STRID, Å.; ERIKSSON, L. A. Evidence of High•OH Radical Quenching Efficiency by Vitamin B 6. **The Journal of Physical Chemistry B**, v. 113, n. 29, p. 9629-9632, 2009.

NAFIU, O. O.; BURKE, C.; LEE, J.; VOEPEL-LEWIS, T.; MALVIYA, S.; TREMPER, K. K. Neck circumference as a screening measure for identifying children with high body mass index. **Pediatrics**, v. 126, n. 2, p. e306-e310, 2010.

ORTEGA, R. M.; RODRIGUEZ-RODRIGUEZ, E.; APARICIO, A.; JIMÉNEZ, A. I.; LÓPEZ-SOBALER, A. M.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, L. G.; ANDRÉS, P. Poor zinc

status is associated with increased risk of insulin resistance in Spanish children. **British Journal of Nutrition**, v. 107, n. 03, p. 398-404, 2012.

PHILIPPI, S. T. Tabela de composição química de alimentos: suporte para decisão nutricional 2 a ed. **São Paulo: Coronária**, p. 1-135, 2002.

SANTOS, L. C.; CINTRA, L. P.; FISBERG, M.; MARTINI, L. A. Calcium intake and its relationship with adiposity and insulin resistance in post-pubertal adolescents. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 21, n. 2, p. 109-116, 2008.

SAVVA, S. C.; TORNARITIS, M.; SAVVA, M.E.; KOURIDES, Y.; PANAGI, A.; SILIKIOTOU, N.; KAFATOS, A. Waist circumference and waist-to-height ratio are better predictors of cardiovascular disease risk factors in children than body mass index. **International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders**, v. 24, n. 11, p. 1453-1458, 2000.

SINAIKO, A. R.; STEINBERGER, J.; MORAN, A.; PRINEAS, R. J.; VESSBY, B.; BASU, S.; JACOBS, D. R. Relation of body mass index and insulin resistance to cardiovascular risk factors, inflammatory factors, and oxidative stress during adolescence. **Circulation**, v. 111, n. 15, p. 1985-1991, 2005.

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, n. supl. 6, p. 3-36, 2005.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes: tratamento e acompanhamento do diabetes mellitus**. 2007.

SHEN, J.; LAI, C. Q.; MATTEI, J.; ORDOVAS, J. M.; TUCKER, K. L. Association of vitamin B-6 status with inflammation, oxidative stress, and chronic inflammatory conditions: the Boston Puerto Rican Health Study. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 91, n. 2, p. 337-342, 2010.

SUNEHAG, A. L.; TOFFOLO, G.; TREUTH, M. S.; BUTTE, N. F.; COBELLI, C.; BIER, D. M.; HAYMOND, M. W.. Effects of dietary macronutrient content on glucose metabolism in children. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 87, n. 11, p. 5168-5178, 2002.

TEN, S.; MACLAREN, N. Insulin resistance syndrome in children. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 89, n. 6, p. 2526-2539, 2004.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO. Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO, versão 2. 2006.

WALLACE, T. M.; MATTHEWS, D. R. The assessment of insulin resistance in man. **Diabetic Medicine**, v. 19, n. 7, p. 527-534, 2002.

WEIGENBERG, M. J.; BALL, G. D.; SHAIBI, G. Q.; CRUZ, M. L.; GOWER, B. A.; GORAN, M. I. Dietary fat intake and insulin resistance in black and white children. **Obesity Research**, v. 13, n. 9, p. 1630-1637, 2005.

WEISS, R.; KAUFMAN, F. R. Metabolic Complications of Childhood Obesity Identifying and mitigating the risk. **Diabetes Care**, v. 31, n. Supplement 2, p. S310-S316, 2008.

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

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*. 85:660-7, 2007.

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.

## Tabelas e Figuras

**Tabela 1.** Distribuição das variáveis antropométricas e de composição corporal das crianças com e sem resistência à insulina. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012.

Variável/categoria	%	HOMA-IR aumentado		P
		Não (%)	Sim (%)	
<b>IMC/idade</b>				0,890 <sup>a</sup>
Baixo peso / Eutrofia	68,0	87,7	12,3	
Sobrepeso / Obesidade	32,0	88,2	11,8	
<b>Perímetro da cintura</b>				0,172 <sup>a</sup>
Normal	57,6	89,9	10,1	
Aumentado	42,4	85,0	15,0	
<b>Relação cintura estatura</b>				0,846 <sup>a</sup>
≤ 0,50	82,1	88,0	12,0	
> 0,50	17,9	87,1	12,9	
<b>Perímetro do pescoço</b>				0,417 <sup>b</sup>
Normal	89,6	88,3	11,7	
Aumentado	10,4	83,3	16,7	
<b>Percentual de Gordura corporal</b>				0,083 <sup>a</sup>
Normal	72,9	89,7	10,3	
Excessivo	27,1	82,8	17,2	

HOMA-IR: *Homeostasis Model Assessment - Insulin Resistance*; IMC/idade: Índice de massa corporal por idade; <sup>a</sup> Teste qui-quadrado de Pearson; <sup>b</sup> Teste Exato de Fisher.

**Tabela 2.** Distribuição da ingestão dietética de macro e micronutrientes das crianças, segundo sexo. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012.

Nutriente	Total	Meninos	Meninas	P
	Mediana (IIQ)	Mediana (IIQ)	Mediana (IIQ)	
<b>Energia (kcal)</b>	1533,6 (491,25)	1450,9 (499,9)	1572,3 (495,7)	0,061
<b>Carboidrato (% kcal)</b>	53,9 (30,0)	54,4 (32,5)	53,1 (26,2)	0,408
<b>Proteína (% kcal)</b>	13,7 (8,5)	14,6 (8,6)	13,1 (8,1)	0,129
<b>Lipídio (% kcal)</b>	30,2 (21,4)	32,0 (24,3)	29,7 (18,7)	0,293
<b>Gordura monoinsaturada (g)</b>	13,0 (5,0)	13,3 (5,7)	13,0 (4,8)	0,861
<b>Gordura poliinsaturada (g)</b>	7,8 (4,4)	8,1 (5,1)	7,5 (3,9)	0,592
<b>Gordura saturada (g) †</b>	16,1 (7,6)	16,7 (7,7)	15,7 (7,4)	0,212
<b>Fibra (g)</b>	12,3 (11,9)	11,9 (10,3)	12,6 (12,4)	0,742
<b>Vitamina C (mg)</b>	40,1 (62,1)	42,8 (63,4)	38,5 (60,8)	0,507
<b>Tiamina (mg)</b>	1,4 (0,8)	1,4 (0,8)	1,3 (0,7)	0,158
<b>Riboflavina (mg)</b>	1,2 (1,1)	1,3 (1,0)	1,1 (1,1)	0,298
<b>Niacina (mg)</b>	12,0 (5,2)	11,6 (5,4)	12,1 (5,2)	0,146
<b>Vitamina B<sub>6</sub> (mg)</b>	1,0 (0,6)	1,0 (0,7)	1,0 (0,6)	0,193
<b>Sódio (mg)</b>	1934,1 (1297,7)	1843,4 (1434,7)	1965,8 (1178,0)	0,977
<b>Cálcio (mg)</b>	458,4 (522,4)	447,3 (482,2)	488,4 (541,8)	0,716
<b>Ferro (mg)</b>	9,4 (5,1)	9,8 (5,5)	9,1 (4,6)	0,154
<b>Potássio (mg)</b>	1457,8 (1156,9)	1580,6 (1136,0)	1385,5 (1113,3)	0,038*
<b>Fósforo (mg) †</b>	785,2 (326,9)	759,7 (314,8)	802,9 (334,6)	0,227
<b>Zinco (mg)</b>	5,5 (4,2)	5,2 (4,4)	5,6 (4,1)	0,234
<b>Magnésio (mg)</b>	158,2 (105,2)	154,2 (108,0)	160,3 (103,0)	0,163
<b>Manganês (mg)</b>	1,0 (1,0)	1,1 (0,9)	1,0 (1,0)	0,949
<b>Cobre (mg)</b>	0,8 (0,5)	0,8 (0,5)	0,8 (0,5)	0,708

IIQ: intervalo interquartilico; † Variável com distribuição normal: média (desvio-padrão). \*Diferença significativa (p< 0,05).

**Tabela 3.** Razão de prevalência bruta do HOMA-IR aumentado segundo quintis de ingestão de macronutrientes das crianças. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012.

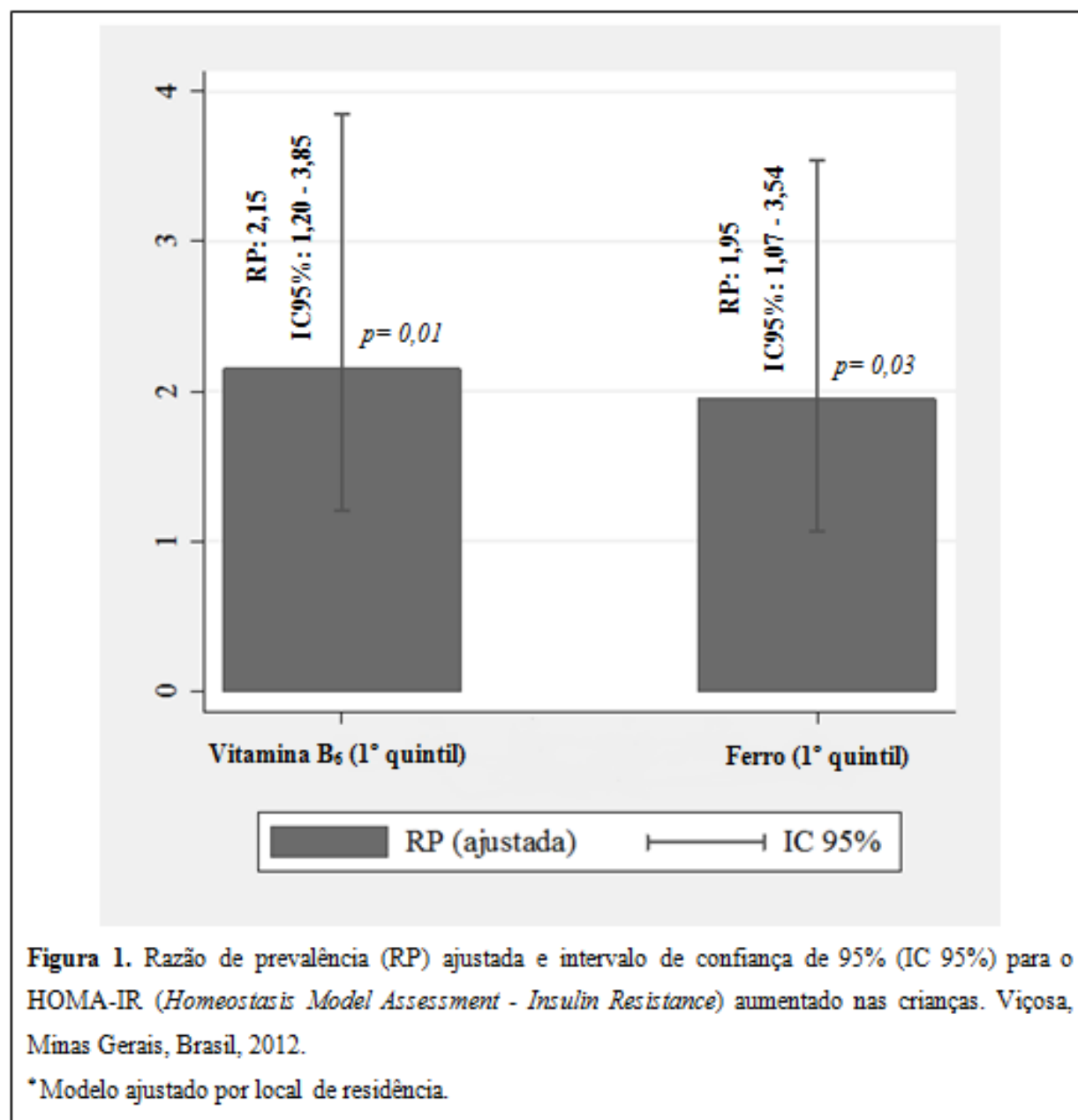
Variável / categoria	HOMA-IR aumentado (%)	RP (bruta)	IC 95%	P
<b>Carboidrato</b>				
< 5º quintil	13,4	1		
5º quintil	7,3	0,54	(0,22 - 1,32)	0,18
<b>Proteína</b>				
< 5º quintil	12,3	1		
5º quintil	11,6	0,94	(0,46 - 1,94)	0,87
<b>Lipídio</b>				
< 5º quintil	12,0	1		
5º quintil	13,0	1,09	(0,55 - 2,17)	0,81
<b>Gordura monoinsaturada</b>				
< 5º quintil	11,9	1		
5º quintil	13,2	1,11	(0,56 - 2,21)	0,77
<b>Gordura poliinsaturada</b>				
< 5º quintil	11,9	1		
5º quintil	13,2	1,11	(0,56 - 2,21)	0,77
<b>Gordura saturada</b>				
< 5º quintil	12,0	1		
5º quintil	13,0	1,09	(0,55 - 2,17)	0,81
<b>Fibra</b>				
> 1º quintil	13,1	1		
1º quintil	8,6	0,65	(0,29 - 1,49)	0,31

HOMA-IR: *Homeostasis Model Assessment - Insulin Resistance*; RP: razão de prevalência; IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

**Tabela 4.** Razão de prevalência bruta do HOMA-IR aumentado segundo quintis de ingestão dietética de micronutrientes das crianças. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2012.

Variável / categoria	HOMA-IR aumentado (%)	RP (bruta)	IC 95%	P
<b>Vitamina C</b>				
> 1º quintil	12,3	1		
1º quintil	11,6	0,94	(0,46 - 1,94)	0,87
<b>Tiamina</b>				
> 1º quintil	12,4	1		
1º quintil	11,4	0,92	(0,45 - 1,91)	0,83
<b>Riboflavina</b>				
> 1º quintil	13,1	1		
1º quintil	8,6	0,65	(0,29 - 1,49)	0,31
<b>Niacina</b>				
> 1º quintil	12,0	1		
1º quintil	12,9	1,07	(0,54 - 2,14)	0,85
<b>Vitamina B<sub>6</sub></b>				
> 1º quintil	10,1	1		
1º quintil	20,3	2,0	(1,11 - 3,59)	0,02*
<b>Sódio</b>				
< 5º quintil	12,0	1		
5º quintil	13,0	1,09	(0,55 - 2,17)	0,81
<b>Cálcio</b>				
> 1º quintil	12,0	1		
1º quintil	12,9	1,07	(0,54 - 2,14)	0,85
<b>Ferro</b>				
> 1º quintil	10,5	1		
1º quintil	18,8	1,79	(0,98 - 3,27)	0,06
<b>Potássio</b>				
> 1º quintil	13,8	1		
1º quintil	5,8	0,42	(0,16 - 1,14)	0,09
<b>Fósforo</b>				
< 5º quintil	12,0	1		
5º quintil	13,0	1,09	(0,55 - 2,17)	0,81
<b>Zinco</b>				
> 1º quintil	11,6	1		
1º quintil	14,3	1,23	(0,63 - 2,38)	0,54
<b>Magnésio</b>				
> 1º quintil	13,5	1		
1º quintil	7,1	0,53	(0,22 - 1,30)	0,17
<b>Manganês</b>				
> 1º quintil	11,2	1		
1º quintil	15,9	1,42	(0,75 - 2,68)	0,28
<b>Cobre</b>				
> 1º quintil	12,7	1		
1º quintil	10,1	0,8	(0,37 - 1,73)	0,57

HOMA-IR: *Homeostasis Model Assessment - Insulin Resistance*; RP: razão de prevalência; IC 95%: intervalo de confiança de 95%; \*Diferença estatística ( $p < 0,05$ ).





## 6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo apresentam altas prevalências de fatores de risco cardiovasculares, sendo um motivo de preocupação uma vez que estas alterações já observadas na infância podem aumentar o risco de doenças crônicas na vida adulta.

Outro achado importante que merece atenção são as inadequações de consumo de diversos nutrientes pelas crianças. Foi observada elevada frequência de inadequação do cálcio sendo este dado preocupante uma vez que este nutriente desempenha funções importantes no organismo, sendo essencial para o crescimento adequado. A elevada ingestão de sódio e gordura saturada, bem como o baixo consumo de fibra e potássio, refletem um padrão alimentar inadequado, caracterizado pelo maior consumo de alimentos industrializados e ingestão insuficiente de frutas e vegetais. Este padrão de consumo alimentar, aliado ao sedentarismo, pode acarretar uma série de complicações e alterações cardiometabólicas no organismo, como observadas neste estudo.

No presente estudo foram verificadas associações significantes entre a ingestão de alguns micronutrientes e importantes fatores de risco cardiometabólicos nas crianças avaliadas. Um menor consumo de cálcio e uma maior ingestão de fósforo mostraram-se associados ao excesso de peso, bem como o consumo excessivo de sódio e a baixa ingestão de magnésio associaram-se a uma maior prevalência de hipertensão, enquanto que a baixa ingestão de ferro e vitamina B<sub>6</sub> foi associada à resistência insulínica. Estes achados evidenciam a importância de se avaliar a influência da ingestão dietética, principalmente de micronutrientes, nos fatores de risco cardiovasculares, para o melhor entendimento dos vários aspectos dietéticos envolvidos na gênese das doenças cardiovasculares.

Do ponto de vista preventivo, a investigação epidemiológica sobre o papel da ingestão dietética na prevalência de fatores de risco cardiovasculares é relevante, uma vez que a dieta é um fator que pode ser modificado. Diante disso, torna-se necessária a implementação de políticas públicas e realização de intervenções nutricionais precoces, tais como educação nutricional e promoção de hábitos alimentares saudáveis nas escolas e serviços de saúde e controle da veiculação de propagandas de alimentos industrializados de baixo valor nutricional, com vistas a promoção da saúde e prevenção do desenvolvimento de fatores de risco cardiovasculares na infância.

## 7 ANEXOS

### ANEXO A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

#### 1. Título do estudo

Perfil nutricional e de saúde com ênfase no consumo alimentar e aspectos socioeconômicos de crianças de 8 e 9 anos do município de Viçosa, Minas Gerais.

#### 2. Objetivo do estudo

Conhecer o perfil nutricional e de saúde das crianças de 8 e 9 anos de Viçosa, Minas Gerais, e seus fatores interferentes.

#### 3. Local de execução

Os dados serão coletados nas escolas onde as crianças estudam e, posteriormente, serão realizadas avaliações antropométrica, de composição corporal, dietética e bioquímica e aferição da pressão arterial na Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa.

#### 4. Nomes, números de telefones e email dos investigadores

Prof.(a) Luciana Ferreira da Rocha Sant'Ana – (31) 3899 2543; email: lusantana@ufv.br

Angélica Ribeiro e Silva – (31) 8628 5837; email: angelicarsnutri@hotmail.com.ar

Thanise Sabrina Souza Santos – (31) 8816 6814; email: thanisesouza@gmail.com

Camila Galdino Rodrigues – (31) 9106 7097; camila.galdino@ufv.br

#### 5. Critérios de inclusão dos indivíduos

Serão incluídas aquelas crianças de 8 e 9 anos que estejam matriculadas nas escolas do município e que foram selecionadas com a amostragem, não recusaram a participar do estudo e entregaram o Termo de Consentimento assinado pelos pais ou responsáveis.

#### 6. Critérios de exclusão dos indivíduos

Famílias e crianças, cujos pais ou responsáveis, não consentirem em participar do estudo. As crianças que apresentarem algum problema de saúde que interfira no estado nutricional e/ou impeça a realização de atividade física e/ou o contato com os veículos do marketing também serão excluídas.

#### 7. Critérios de acompanhamento e assistência

Todos os voluntários, independente da identificação de alterações nutricionais, serão convidados para atendimento nutricional individual para esclarecimento dos

resultados das avaliações antropométrica, de composição corporal, dietética e bioquímica e da aferição da pressão arterial. As crianças com desvios nutricionais de maior gravidade serão encaminhadas ao Serviço de Nutrição da Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa.

### **8. Descrição do estudo**

Inicialmente será feita amostragem das escolas e crianças de 8 e 9 anos para definição do universo de possíveis voluntários. As crianças e seus pais ou responsáveis serão informados sobre os objetivos, procedimentos da pesquisa e a garantia do sigilo das informações. Eles também serão esclarecidos quanto à participação voluntária e liberdade em se retirar do estudo a qualquer momento, sem qualquer prejuízo ou justificativa. A recusa da criança em participar será considerada um critério de não inclusão na pesquisa.

Após assinatura do Termo de Consentimento, as entrevistas serão realizadas na Divisão de Saúde com auxílio de inquéritos pré- formulados para obtenção das informações sobre condições socioeconômicas, educacionais, antropométricas, pressão arterial, alimentação e estilo de vida das crianças. Em um segundo momento serão realizadas as avaliações bioquímicas e de composição corporal.

### **9. Benefícios para os indivíduos**

Considerando que sobrepeso/obesidade podem refletir na qualidade de vida e de saúde das crianças, perdurando até a vida adulta, o conhecimento do perfil nutricional da população em estudo permitirá a adoção de políticas públicas coerentes com as necessidades locais.

### **10. Riscos para os indivíduos**

Este estudo não prevê nenhum procedimento que possa representar risco à saúde das crianças e responsáveis a serem avaliados.

### **11. Direito dos indivíduos de recusar-se a participar ou retirar-se do estudo**

A participação no estudo é voluntária e ao indivíduo confere-se o direito para recusar-se a participar ou se retirar do estudo a qualquer momento, sem qualquer prejuízo ou justificativa.

### **12. Direito dos indivíduos quanto à privacidade**

Os resultados da pesquisa serão analisados e aos envolvidos será assegurada a privacidade.

### **13. Publicação das informações**

Os dados obtidos estarão disponíveis para a agência financeira e equipe envolvida na pesquisa e poderão ser publicados com a finalidade de divulgação das informações científicas obtidas, sem que haja identificação dos indivíduos que participaram do estudo.

#### **14. Informação financeira**

Os indivíduos que participarão deste estudo, bem como seus pais ou responsáveis, serão voluntários sem contrato de trabalho e sem remuneração.

#### **15. Danos à saúde**

Qualquer enfermidade ocorrida durante o estudo não é de responsabilidade da equipe, uma vez que a mesma não está associada a nenhum dano à saúde. Assim, a equipe de trabalho fica isenta da obrigação de tratamento de enfermidade durante o estudo.

#### **16. Do Termo de consentimento livre e esclarecido**

Os procedimentos que serão adotados no estudo “Perfil nutricional e de saúde com ênfase no consumo alimentar e aspectos socioeconômicos de crianças de 8 e 9 anos do município de Viçosa, Minas Gerais” constam da aplicação de inquéritos pré-formulados para obtenção das informações sobre condições socioeconômicas, educacionais, antropométricas, pressão arterial, alimentação e estilo de vida das crianças de 8 e 9 anos. Em um segundo momento, serão realizadas as avaliações bioquímicas e de composição corporal. Ambos os momentos ocorrerão na Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa.

O período do estudo corresponderá ao tempo necessário para realização de todas as etapas da pesquisa, sendo estimado, em média, um período de trinta dias para conclusão da coleta dos dados.

Este estudo tem como objetivo conhecer o perfil nutricional e de saúde das crianças de 8 e 9 anos de Viçosa, Minas Gerais, e seus fatores interferentes.

- A criança, pela qual me responsabilizo, não será submetida a nenhum procedimento que possa causar danos à sua saúde, bem como nenhum agravo, tanto para a minha participação quanto da criança, visto que as condutas a serem adotadas objetivam a promoção de sua saúde e são respaldadas na literatura científica.

- A minha participação e a de meu (minha) filho (a) neste estudo serão voluntárias, assegurando que as informações obtidas serão sigilosas e facultando a mim o afastamento do estudo se eu assim desejar, sem a necessidade de justificativa e sem que haja nenhum tipo de constrangimento ou pressão contra a minha vontade.

- A minha participação e a de meu (minha) filho (a) neste estudo serão voluntárias, sendo que não receberemos nenhuma remuneração.
- Os dados obtidos estarão disponíveis para a agência financeira e equipe envolvida na pesquisa e poderão ser publicados com a finalidade de divulgação das informações científicas obtidas, sem que haja identificação das pessoas que participaram do estudo.
- Se houver descumprimento de qualquer norma ética poderei recorrer ao Comitê de Ética na Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa, dirigindo-me ao seu presidente Prof.<sup>a</sup> Patrícia Aurélia Del Nero, no telefone 3899 1401.

Assinatura da equipe responsável pelo estudo:

**Luciana Ferreira da Rocha Sant'Ana**

Professora - Nutrição e Saúde - UFV

Orientadora do Projeto

CRN – 1114 – 9<sup>a</sup>. Região

Tel: (31) 3899 2543

**Thanise Sabrina Souza Santos**

Nutricionista

Mestranda em Ciência da Nutrição

Tel: (31) 3899 2543

**Angélica Ribeiro e Silva**

Nutricionista

CRN – 9516 – 4<sup>a</sup>. Região

Mestranda em Ciência da Nutrição

Cel: (31) 8628 5837

**Camila Galdino Rodrigues**

Estudante

Graduanda em Nutrição

Cel: (31) 9106 7097

De posse de todas as informações necessárias, concordo que meu (minha) filho (a) e eu participemos deste estudo.

Nome do (a) filho (a): \_\_\_\_\_

Nome do responsável / voluntária: \_\_\_\_\_

---

Voluntária – Responsável

Viçosa, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

## **ANEXO B - Protocolos para realização dos exames bioquímicos, aferição da pressão arterial e avaliação da composição corporal**

### **Para avaliação da composição corporal**

- Não utilizar brincos, pulseiras, relógios ou outros metais no dia do teste.

### **Para realização dos exames bioquímicos**

- Realizar 12 horas de jejum antes da realização dos exames;
- Evitar o consumo excessivo de doces, chocolates e achocolatados no dia que precede a realização do exame.

### **Para aferição da pressão arterial**

- Repousar pelo menos 5 minutos em ambiente calmo antes da aferição;
- Evitar bexiga cheia;
- Não praticar exercícios físicos há pelo menos 60 minutos antes da aferição;
- Não ingerir café ou alimentos 30 minutos antes da aferição.

**ANEXO C - Questionário para coleta de informações socioeconômicas e demográficas**

Número do questionário: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Identificação**

Nome do responsável: \_\_\_\_\_

Nome da criança: \_\_\_\_\_

Data de nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Sexo: ( ) Masculino ( ) Feminino

Endereço: \_\_\_\_\_

( ) Zona urbana ( ) Zona rural Telefone: ( ) \_\_\_\_\_ Celular: ( ) \_\_\_\_\_

**Inquérito socioeducacional: Critério de Classificação Econômica Brasil**

Sistema de pontos

1. Posse de itens

Itens	Quantidade de itens				
	0	1	2	3	4 ou +
Televisão em cores					
Rádio					
Banheiro					
Automóvel					
Empregada mensalista					
Máquina de lavar					
Videocassete e/ou DVD					
Geladeira					
Freezer (aparelho independente ou parte da geladeira duplex)					

2. Grau de instrução do chefe de família

Nomenclatura antiga	Nomenclatura atual	Pontos
Analfabeto/Primário incompleto	Analfabeto/Até 3ª série fundamental/Até 3ª série 1º grau	
Primário completo/Ginasial incompleto	Até 4ª série Fundamental/ Até 4ª série 1º grau	
Ginasial completo/Colegial incompleto	Fundamental completo/1º grau completo	
Colegial completo/Superior incompleto	Médio completo/2º grau completo	
Superior completo	Superior completo	

## Cortes do Critério Brasil

<b>Classes</b>	<b>Pontos</b>
A1	42 - 46
A2	35 - 41
B1	29 - 34
B2	23 - 28
C1	18 - 22
C2	14 - 17
D	8 - 13
E	0 - 7

Total de pontos: _____	Classificação: _____
------------------------	----------------------

**Dados socioeconômicos**

Dependentes da renda: \_\_\_\_\_

Água tratada: ( ) Sim ( ) Não

Fossa séptica: ( ) Sim ( ) Não

Água de poço: ( ) Sim ( ) Não

Rede de esgoto: ( ) Sim ( ) Não

Água de mina: ( ) Sim ( ) Não

Coleta de lixo: ( ) Sim ( ) Não

Filtro em casa: ( ) Sim ( ) Não

Estado civil dos pais: ( ) Solteiro ( ) Casado ( ) Amigado ( ) Divórcio ( ) Viúvo

Idade da mãe: \_\_\_\_\_ anos

Idade do pai: \_\_\_\_\_ anos

<b>Escolaridade materna</b>	<b>Escolaridade Paterna</b>
( ) Analfabeto / Até a 3ª série fundamental / Até a 3ª série 1º grau	( ) Analfabeto / Até a 3ª série fundamental / Até a 3ª série 1º grau
( ) Até a 4ª série fundamental / Até a 4ª série 1º grau	( ) Até a 4ª série fundamental / Até a 4ª série 1º grau
( ) Fundamental completo/ 1º grau completo	( ) Fundamental completo/ 1º grau completo
( ) Médio completo/ 2º grau completo	( ) Médio completo/ 2º grau completo
( ) Superior completo	( ) Superior completo

Trabalho atual da mãe: ( ) Não ( ) Sim Trabalho atual da mãe: ( ) Não ( ) Sim



### ANEXO D - Registro Alimentar

Nome da criança: \_\_\_\_\_

Nome da mãe ou responsável: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_ Dia da semana: \_\_\_\_\_

Refeições	Alimentos/Preparações	Quantidades
Café da manhã (desjejum) Horário: Local:		
Lanche da manhã (colação) Horário: Local:		
Almoço Horário: Local:		
Lanche da tarde Horário: Local:		
Jantar Horário: Local:		
Lanche da noite (ceia) Horário: Local:		

### **ANEXO E - Orientações para preenchimento do Registro Alimentar**

- Devem ser preenchidos 3 Registros: um em um dia de fim de semana (sábado ou domingo) e dois em dias de semana não consecutivos (por exemplo terça e quinta ou quarta e sexta).
- O Registro Alimentar deve ser preenchido no mesmo dia que a criança está se alimentando.
- Se a criança se alimenta em algum horário na escola ou creche, peça informações sobre o que a criança comeu e a quantidade que ela comeu (quanto foi servido para ela, se ela largou no pratinho).
- Anote todos os alimentos que a criança consumir durante o dia e as quantidades de cada alimento que a criança consumiu.
- As quantidades devem ser anotadas em “medidas caseiras”, ou seja, na medida dos utensílios que você possui em casa e que normalmente é servida a alimentação da criança, por exemplo: 2 colheres de sopa cheias, 1 concha pequena cheia, 1 escumadeira média cheia, 1 copo americano (copo pequeno) cheio, 1 copo duplo cheio (“copo de requeijão”), Meio copo americano, e assim por diante.
- Para cada alimento consumido ou refeição que a criança fizer, anote o horário em que ela começou a refeição e o local onde ela realizou (por exemplo, em casa, na escola, no restaurante, entre outros).
- Anote a forma como cada alimento foi preparado: frito, cozido, assado, grelhado, cru.
- Não esqueça de anotar nenhum alimento, até mesmo balas, chicletes, salgadinhos, frutas, sucos – qualquer alimento que a criança consumir e as quantidades de cada alimento.

- Anotar sempre que for acrescentado açúcar ou achocolatado no leite ou em outros alimentos. Neste caso, anotar a quantidade (por exemplo, 1 colher de sopa, 1 colher se sobremesa, entre outras medidas).

### ANEXO F - Registro Alimentar (Avaliação dietética na escola)

Nome da criança: \_\_\_\_\_

Nome da mãe ou responsável: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_ Dia da semana: \_\_\_\_\_

<b>Refeições</b>	<b>Alimentos consumidos</b>	<b>Quantidades ingeridas</b>
Café da manhã (desjejum) Horário: Local:		
Lanche da manhã (colação) Horário: Local:		
Almoço Horário: Local:		
Lanche da tarde Horário: Local:		
Jantar Horário: Local:		
Lanche da noite (ceia) Horário: Local:		

**ANEXO G - Carta de Aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres  
Humanos**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS-CEPH**

*Campus Universitário – Divisão de Saúde -Viçosa, MG - 36570-000 - Telefone: (31) 3899-3783*

Of. Ref. N° 045/2012/CEPH

Viçosa, 23 de maio de 2012

Prezada Professora:

Cientificamos Vossa Senhoria de que o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, em sua 2ª Reunião de 2012, realizada nesta data, analisou e aprovou, sob o aspecto ético, o projeto intitulado *Perfil nutricional e de saúde com ênfase no consumo alimentar e aspectos socioeconômicos de crianças de 8 e 9 anos do município de Viçosa, Minas Gerais.*

Atenciosamente,

A handwritten signature in purple ink, reading 'Patrícia Aurélio Del Nero'.

Professora Patrícia Aurélio Del Nero  
Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos-CEPH  
Presidente

À Professora  
Luciana Ferreira da Rocha Sant'Ana  
Departamento de Nutrição e Saúde - DNS

/rhs.