

## **Associação entre a ingestão inadequada de micronutrientes antioxidantes e concentrações lipídicas de adolescentes no Brasil**

**Association between inadequate intake of antioxidant micronutrients and lipid concentrations of adolescents in Brazil**

**Asociación entre la ingesta inadecuada de micronutrientes antioxidantes y las concentraciones de lípidos de adolescentes en Brasil**

Recebido: 14/04/2021 | Revisado: 21/04/2021 | Aceito: 26/04/2021 | Publicado: 11/05/2021

### **Claudiane Batista de Sousa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0034-3129>  
Universidade Federal do Piauí, Brasil  
E-mail: [claudiane\\_1405@hotmail.com](mailto:claudiane_1405@hotmail.com)

### **Láislá de França da Silva Teles**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2620-0989>  
Universidade de São Paulo, Brasil  
E-mail: [laislateles@hotmail.com](mailto:laislateles@hotmail.com)

### **Jéssica Batista Beserra**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9420-0166>  
Universidade Federal do Piauí, Brasil  
E-mail: [jessica\\_beserra@hotmail.com](mailto:jessica_beserra@hotmail.com)

### **Layonne de Sousa Carvalho**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7795-035X>  
Universidade Federal do Piauí, Brasil  
E-mail: [layonnesc@hotmail.com](mailto:layonnesc@hotmail.com)

### **Suzana Maria Rebelo Sampaio da Paz**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0501-5749>  
Universidade Federal do Piauí, Brasil  
E-mail: [suzanarspaz@gmail.com](mailto:suzanarspaz@gmail.com)

### **Marize Melo dos Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0699-8062>  
Universidade Federal do Piauí, Brasil  
E-mail: [marizesantos@edu.ufpi.br](mailto:marizesantos@edu.ufpi.br)

### **Resumo**

Investigou-se a associação entre a ingestão inadequada de micronutrientes antioxidantes e concentrações lipídicas de adolescentes participantes do Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes. Estudo transversal, multicêntrico, de base escolar, realizado em 2013 e 2014, com 36.918 adolescentes de 12 a 17 anos, de escolas públicas e privadas, em municípios brasileiros com mais de 100 mil habitantes. Foram calculadas frequências de participação (elegíveis) por macrorregiões, sexo, idade e tipo de escola. Obtiveram-se dados de consumo alimentar por meio de Recordatório Alimentar de 24 horas e analisadas as médias de ingestão. Realizou-se avaliação bioquímica com exames CT, HDL-c, TG e LDL-c. Analisou-se os dados pelo *software* Stata®, versão 15.1 e Intervalo de confiança de 95%. Utilizou-se teste Qui-quadrado de *Pearson* e a regressão múltipla para estimar o *Odds Ratio* (OR) e medir a força de associação entre as variáveis, com significância de 5%. A ingestão inadequada de vitamina E associou-se ao LDL-c elevado em adolescentes de 12 a 14 anos e hipertrigliceridemia em meninos de 15 a 17 anos de escolas públicas. A vitamina B12 relacionou-se com baixos níveis de HDL-c e LDL-c elevado em meninos de 12 a 14 anos de escolas públicas e com menor chance de hipertrigliceridemia naqueles de 15 a 17 anos. A inadequação do manganês associou-se ao baixo HDL-c e LDL-c elevado em meninas de 15 a 17. Em conclusão, foram encontradas associações entre o consumo inadequado das vitaminas E, B12 e Manganês e o perfil lipídico da população estudada.

**Palavras-chave:** Adolescentes; Dislipidemia; Aterosclerose; Micronutrientes; Antioxidantes.

### **Abstract**

The association between inadequate intake of antioxidant micronutrients and lipid concentrations of adolescents participating in the Study of Cardiovascular Risks in Adolescents was investigated. Cross-sectional, multicenter, school-based study, carried out in 2013 and 2014, with 36,918 adolescents aged 12 to 17 years, from public and private schools, in Brazilian municipalities with more than 100 thousand inhabitants. Participation frequencies (eligible) by macro-regions, sex, age and type of school were calculated. Food consumption data were obtained through a 24-hour Food Recall and the mean intake was analyzed. Biochemical evaluation was performed with CT, HDL-c, TG and LDL-c exams. Data were analyzed using Stata® software, version 15.1 and 95% confidence interval.

Pearson's chi-square test and multiple regression were used to estimate the Odds Ratio (OR) and measure the strength of association between the variables, with a significance of 5%. Inadequate vitamin E intake associated with elevated LDL-c in adolescents aged 12 to 14 years and hypertriglyceride average in boys aged 15 to 17 years in public schools. Vitamin B12 was related to low levels of HDL-c and elevated LDL-c in boys aged 12 to 14 years in public schools and with a lower chance of hypertriglyceride average in those aged 15 to 17 years. The inadequacy of manganese associated with low HDL-c and high LDL-c in girls aged 15 to 17. In conclusion, associations were found between inadequate consumption of vitamins E, B12 and Manganese and the lipid profile of the population studied.

**Keywords:** Teenagers; Dyslipidemia; Atherosclerosis; Micronutrients; Antioxidants.

### Resumen

Se investigó la asociación entre la ingesta inadecuada de micronutrientes antioxidantes y las concentraciones de lípidos de los adolescentes que participan en el Estudio de Riesgos Cardiovasculares en Adolescentes. Estudio transversal, multicéntrico, escolar, realizado en 2013 y 2014, con 36.918 adolescentes de 12 a 17 años, de escuelas públicas y privadas, en municipios brasileños con más de 100 mil habitantes. Se calcularon las frecuencias de participación (elegibles) por macrorregiones, sexo, edad y tipo de escuela. Los datos de consumo de alimentos se obtuvieron a través de un retiro de alimentos de 24 horas y se analizó la ingesta media. La evaluación bioquímica se realizó con exámenes de CT, HDL-c, TG y LDL-c. Los datos se analizaron utilizando el software Stata®, versión 15.1 e intervalo de confianza del 95%. Se utilizó la prueba de chi-cuadrado de Pearson y la regresión múltiple para estimar el Odds Ratio (OR) y medir la fuerza de la asociación entre las variables, con una significancia del 5%. La ingesta inadecuada de vitamina E se asoció con un LDL-c elevado en adolescentes 12 a 14 años e hipertriglicéridos mia en chicos de 15 a 17 años de colegios públicos. La vitamina B12 se relacionó con niveles bajos de HDL-c y LDL-c alto en niños de 12 a 14 años en las escuelas públicas y con una menor probabilidad de hipertrigliceridemia en los de 15 a 17 años. La insuficiencia de manganeso se asoció con niveles bajos de HDL-c y alto LDL-c en niñas de 15 a 17 años. En conclusión, se encontraron asociaciones entre el consumo inadecuado de vitaminas E, B12 y manganeso y el perfil lipídico de la población estudiada.

**Palabras clave:** Adolescentes; Dislipidemia; Aterosclerosis; Micronutrientes; Antioxidantes.

## 1. Introdução

A adolescência é um período de transição entre a infância e a vida adulta, compreendida entre 10 e 19 anos, na qual destaca-se o intenso crescimento, alterações físicas e sociais (WHO, 2005; Vizontin, et al., 2019). Evidências científicas indicam alterações lipídicas importantes nesse público. Prevalências elevadas de dislipidemias em adolescentes são apontadas por Faludi, et al (2017), com percentuais que variaram de 10 a 23,5%, conforme a região e critério utilizado. Faria Neto, et al (2016) relataram elevadas taxas de alterações nos lipídios plasmáticos de jovens participantes do Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes (ERICA), registrando baixas concentrações de HDL-c (46,8%), (3,5%), hipercolesterolemia (20,1%) e hipertrigliceridemia (7,8%).

A relação entre dislipidemias e consumo de antioxidantes especificamente na adolescência ainda é pouco conhecida, entretanto, estudo transversal de Nascimento, et al (2018) sugerem essa relação ao mostrar que a inadequação no consumo de antioxidantes entre jovens de 14 a 19 anos estava associado com alterações lipídicas importantes. Estudo conduzido por Tureck, Locateli, Corrêa & Koehnlein (2017) investigando a ingestão de antioxidantes por adolescentes evidenciaram que aproximadamente 72% deles apresentaram percentuais de inadequação elevados em ambos os sexos.

Nesse contexto, os antioxidantes dietéticos e sua associação com as alterações lipídicas é fundamentado na importância deles como potenciais agentes na prevenção da peroxidação lipídica e aterosclerose. A dieta é considerada importante estratégia na modulação do estresse oxidativo e risco cardiovascular, e a ingestão de alimentos fontes de antioxidantes está associada a redução desse risco (Albuquerque, Diniz & Arruda, 2016). O tema ainda é pouco investigado no público jovem. Além disso, a adolescência é considerada uma fase estratégica para possíveis intervenções em saúde.

Assim, este estudo investigou a associação entre o consumo inadequado de micronutrientes antioxidantes e as concentrações lipídicas de adolescentes no Brasil.

## 2. Metodologia

### 2.1 Delineamento e amostra

Estudo de campo, quantitativo com corte transversal, que utilizou dados do Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes (ERICA). Nesta pesquisa foi feito levantamento de campo, que segundo Gil (2008) se caracteriza pela interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer, a partir da solicitação de informações a um grupo significativo de pessoas, no caso adolescentes, acerca do problema estudado para em seguida, obter as conclusões correspondentes dos dados coletados.

Do ponto de vista da natureza da presente análise, optou-se por esse estudo em função da relevância do problema no público investigado, sobretudo, pela escassez de estudos em âmbito nacional, além da possibilidade de gerar novos conhecimentos e controle do problema, a partir de políticas públicas específicas. Concordando com Prodanov & Freitas (2013), a pesquisa aplicada objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais.

O recorte do ERICA, para este estudo, caracteriza-se por ser de caráter multicêntrico, de base escolar e alcance nacional, conduzido em 2013 e 2014, com amostra representativa de 36.918 estudantes, com idades de 12 a 17 anos, pertencentes a ambos os sexos, matriculados no ensino público e privado no Brasil.

Para a composição da amostra, a população foi desmembrada em 32 estratos geográficos, incluindo as 27 capitais e municípios com mais de 100 mil habitantes das cinco regiões geográficas do país. Em cada estrato, foram selecionadas escolas com probabilidades proporcionais ao número de alunos matriculados nos três últimos anos do nível fundamental e do ensino médio, nos turnos manhã e tarde (Silva, et al., 2016). Foram selecionadas 1.251 escolas, em 124 municípios, totalizando 273 com mais de 100 mil habitantes (Alves, et al., 2019).

A seleção dos sujeitos da pesquisa foi realizada mediante os seguintes critérios: alunos que frequentavam o turno da manhã, dada a necessidade de jejum de 12 horas para realização de exame de sangue. Não fizeram parte da pesquisa aqueles que estavam cursando período inferior ao sétimo ano, que não atendessem os critérios de idade, adolescentes grávidas, indivíduos com deficiência física ou mental, temporária ou permanente que inviabilizassem a coleta dos dados (Bloch, et al., 2015; Silva, et al., 2016; Vasconcellos, et al., 2015).

Todos os estudantes entrevistados e examinados assinaram o Termo de Assentimento e forneceram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) assinado por seus responsáveis.

### 2.2 Variáveis do estudo

Foram determinadas como variáveis dependentes o CT, HDL-c, LDL-c e TG e variáveis independentes a vitamina C, E e B12 e os minerais cobre e manganês. Foram adotadas como variáveis de controle o sexo, a idade e o tipo de escola (pública ou privada).

### 2.3 Coleta dos dados e análise de variáveis

Foram coletadas informações de estudantes que tivessem as informações completas registradas no *Personal Digital Assistant* (PDA) para caracterização da amostra quanto ao sexo, idade e tipo de ensino; dados de coleta sanguínea para análise de concentrações séricas de lipídios e Recordatório 24 horas (R24hs) para análise do consumo alimentar (Alves, et al., 2019; Vasconcellos, et al., 2015). O registro de dados foi realizado por avaliadores previamente treinados utilizando técnicas padronizadas.

O registro dos dados de consumo fora obtido por meio de entrevista presencial e utilizou-se a técnica *multiple-passmethod* (Conway, et al., 2003). As informações foram preenchidas em notebooks com softwares específicos para o registro

dos dados coletados (ERICA-REC24h). O software continha a listagem de alimentos construída a partir da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) - 2008-2009, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Alimentos que não estavam cadastrados no ERICA-REC24h foram adicionados pelos pesquisadores. Foram aplicados dois R24h, no qual o primeiro abrangeu todos os alunos e o segundo foi aplicado em uma subamostra de dois alunos por turma (10% da amostra) para estimação da variabilidade intraindividual (Barufaldi, et al., 2016; Silva, et al., 2016; Souza, et al., 2016)

A ingestão de vitaminas C (mg), E (mg) e B12 (mcg) e dos minerais cobre (mcg) e manganês (mg) foram estimadas conforme a Tabela de Composição Nutricional de Alimentos Consumidos no Brasil e na Tabela de Medidas Referidas para os Alimentos Consumidos no Brasil (Souza, et al., 2016). Após a conversão de medidas caseiras em gramas, os registros foram comparados com a referida tabela para a obtenção do consumo médio. Para esses dados não foram considerados o uso de medicamentos ou suplementos alimentares.

As médias da ingestão dos micronutrientes foram estimadas utilizando os valores de EAR- *Estimated Average Requirement*, contida nas DRI's - *Dietary Reference Intakes* (Institute of Medicine, 2001, 2005). Os percentuais de inadequação de ingestão foram calculados baseados na proporção de indivíduos com ingestão abaixo do valor de EAR, segundo o gênero e a idade. Adotou-se os seguintes valores de pontos de corte: vitamina C para homens, de 9-13 anos (<39mg/dia), 14-18 anos (<63mg/dia) e no sexo feminino de 9-13 anos (39mg/dia) e 14-18 anos (56 mg/dia); vitamina E para ambos os sexos de 9-13 anos (<9mg/dia) e 14-18 anos (<12 mg/dia); e vitamina B12 no sexo masculino e feminino: 9-13 anos (1.5 µg/dia/2.0 µg/dia), respectivamente. Para o cobre foram considerados para meninos e meninas, com idades de 9-13 anos 540 µg/dia e 14-18 anos 685 µg/dia, e por fim, o manganês para ambos os gêneros, com idades de 9-13 anos 6mg/dia e 14-18 anos 9mg/dia (Institute of Medicine, 2001, 2005).

Para a coleta de sangue, os estudantes foram orientados a manterem o jejum durante o período de 10-12 horas que antecediam o exame. Todas as amostras foram coletadas seguindo protocolos padrões. Foram dosadas as frações de Colesterol Total (CT) e triglicerídeos (TG) pelo método de Cinética Enzimática; Lipoproteína de Baixa Densidade (LDL) pela Equação de Friedewald e Lipoproteína de alta densidade (HDL-c) por método de Ensaio Calorimétrico Enzimático (Cureau, et al., 2017).

A determinação de alterações nas concentrações séricas de lipídeos plasmáticos foi definida com base na *V Brazilian Guidelines on Dyslipidemias and Prevention Atherosclerosis* (2013), que estabelece para adolescentes valores considerados desejáveis: CT ≤ 100mg/dL; LDL-c ≤ 100mg/dL; HDL-c ≥ 45 mg/dL; e TGL ≤ 100mg/dL (Xavier, et al., 2016).

## 2.4 Análise estatística

As variáveis foram analisados no software Stata® (Statacorp, College Station, Texas, USA) versão 15.1, utilizando-se o módulo survey para análise de dados de amostra complexa.

A descrição do consumo de micronutrientes (vitaminas C, E, B12 minerais Cobre e Manganês) foi realizado por meio das estimativas de médias dessas variáveis com os respectivos intervalos de confiança de 95% (IC95%). O consumo das vitaminas e minerais foi considerado como inadequado segundo os valores estabelecidos pela *Dietary Reference Intakes* (DRIs). A inadequação foi estimada como a proporção da ingestão do micronutriente inferior à necessidade média estimada.

O teste qui-quadrado *Pearson* foi adotado para avaliar a existência de associação entre as variáveis de dependentes e independentes, segundo o sexo e faixas etárias.

Foi utilizado modelo de regressão logística para testar a hipótese de associação entre as variáveis independentes e as concentrações lipídicas. A medida de utilizada para expresar a relação entre o perfil lipídico e o consumo inadequado de micronutrientes foi *Odds Ratio* (OR), com respectivos intervalos de confiança de 95% (IC95%). Foram estimadas as OR brutas e ajustadas pelo sexo, faixa etária, tipo de escola. O nível de significância adotado foi de 5%.

## 2.5 Aspectos éticos

O estudo foi aprovado pelos Comitês de Ética em Pesquisa (CEP) do Instituto de Estudos em Saúde Coletiva da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Parecer nº 01/2009, Processo 45/2008) e pelos comitês das instituições responsáveis pela condução do estudo em cada estado brasileiro e Distrito Federal. Os sujeitos entrevistados e examinados assinaram o Termo de Assentimento, e forneceram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) assinado por seus responsáveis.

## 3. Resultados

Participaram do estudo 36.918 estudantes, 50,2% representado por mulheres. Houve predominância de adolescentes com idade entre 15 e 17 anos (53,4%) e de escolas públicas (77,8%) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Descrição de dados sociodemográficos de adolescentes brasileiros, estratificado por sexo, faixa etária e tipo de escola. ERICA, 2013-2014.

Percentual	Dados sociodemográficos (n= 36.918)					
	Sexo		Faixa etária (anos)		Tipo de escola	
	F	M	12-14	15-17	Pública	Privada
%	50,2	49,8	46,6	53,4	77,8	22,2

Legenda: F= sexo feminino; M= sexo Masculino; n= amostra. Fonte: Autores, com dados do ERICA, 2013-2014.

Observou-se maior inadequação da ingestão das vitaminas E, B12 e cobre (97,8%,  $p=0,001$ ; 35,2%,  $p=0,001$ ; 25,6%,  $p<0,001$ ), respectivamente, em adolescentes do sexo feminino. Alunos de 15 e 17 anos apresentaram maior inadequação para as vitaminas C, E, B12, além do mineral cobre (54,1%,  $p=0,028$ ; 97,9%,  $p=0,001$ ; 32,9%,  $p<0,001$  e 22%,  $p<0,001$ ), respectivamente (Tabela 2)

Adolescentes provenientes de escolas públicas apresentaram maior percentual de inadequação da ingestão de vitamina C, vitamina B12 e cobre (54,8%,  $p<0,001$ ; 32,6%,  $p<0,001$ ; 21,2%,  $p<0,031$ ), respectivamente, e entre os estudantes de escolas privadas para o mineral manganês (49,5,  $p<0,001$ ). Houve diferença estatística ( $p<0,001$ ) da ingestão de vitamina E, vitamina B12 e cobre, em ambos os sexos. As vitaminas C, E, B12 e Cobre apresentaram diferença estatística entre a idade dos escolares ( $p<0,05$ ), e para o tipo de ensino, a vitamina E não apresentou diferença estatística ( $p>0,05$ ) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Ingestão média diária de micronutrientes antioxidantes e percentual de consumo inadequado pelos adolescentes brasileiros estratificados segundo sexo, faixa etária (anos) e tipo de escola. ERICA, 2013-2014.

Variáveis	Micronutrientes									
	Vitamina C (mg)		Vitamina E (mg)		B 12 (mcg)		Manganês (mg)		Cobre (mcg)	
	Média (IC95%)	% Inadeq.	Média (IC95%)	% Inadeq.	Média (IC95%)	% Inadeq.	Média (IC95%)	% Inadeq.	Média (IC95%)	% Inadeq.
N total (n=36.918)	228.9 (198.1-259.6)	52.5	4.5 (4.3-4.7)	97.2	5.3 (5.0-5.5)	32.1	3.3 (2.9-3.56)	43.6	1.4 (1.3-1.4)	20.5
<b>Sexo</b>										
Feminino	221.3 (186.6-256.0)	52.3	4.1 (3.9-4.2)*	97.8	4.8 (4.5-5.2)*	35.2	3.1 (2.8-3.4)	42.6	1.2 (1.1-1.3)*	25.6
Masculino	236.5 (197.6-275.3)	52.6	4.8 (4.5-5.1)	96.6	5.7 (5.4-6.0)	29.1	3.5 (3.1-3.9)	44.5	1.4 (1.3-1.5)*	15.4
<b>Valor de p</b>	-	0.765	-	<b>0.001</b>	-	<b>0.001</b>	-	0.095	-	<b>&lt;0.001</b>
<b>Faixa etária(anos)</b>										
12-14	216.3 (186.7-246.0)	50.6	4.3 (3.9-4.6)	96.4	5.0 (4.8-5.4)	29.7	2.9 (2.5-3.3)	46.1 46.1	1.3 (1.2-1.4)	19.0
15 -17	239.8 (192.1-287.5)	54.1	4.6 (4.5-4.8)	97.9	5.4 (5.1-5.8)	32.9	3.6 (3.2-4.1)	41.4	1.4 (1.3-1.5)	22.0
<b>Valor de p</b>	-	<b>0.028</b>	-	<b>0.001</b>	-	<b>&lt;0.001</b>	-	0.067	-	<b>&lt;0.001</b>
<b>Tipo de escola</b>										
Pública	214.0 (176.2-251.8)	54.8	4.5 (4.3-4.7)	97.1	5.3 (5.0-5.6)	32.6	3.0 (2.8-3.2)	41.8	1.4 (1.3-1.5)	21.2
Privada	280.1 (238.0-322.2)	44.5	4.3 (4.1-4.5)	97.5	5.1 (4.6-5.6)	27.2	4.2 (3.0-5.4)	49.5	1.2 (1.1-1.4)	18.4
<b>Valor de p</b>	-	<b>&lt;0.001</b>	-	0.511	-	<b>&lt;0.001</b>	-	<b>&lt;0.001</b>	-	<b>&lt;0.031</b>

Legenda: n= amostra; mg= miligrama; mcg = micrograma; IC= intervalo de confiança; Inadeq = Inadequação.  
Fonte: ERICA: pesquisa de campo, 2013-2014

Observou-se que a ingestão inadequada de vitamina C associou-se a maior probabilidade de CT elevado em adolescentes do sexo feminino e de escola privada, além de elevado LDL-c. Associou-se também a menor chance de TG elevado em adolescentes de escola privada. No entanto, após ajustes, a associação não foi significativa (Tabela 3).

O consumo inadequado de vitamina E foi associado a maior chance de LDL-c elevado em adolescentes de 12 a 14 anos. Associou-se ainda a maior probabilidade de hipertrigliceridemia em adolescentes do sexo masculino de 15 a 17 anos provenientes de escolas públicas e, após ajustes, essa associação foi significativa (Tabela 3)

A ingestão inadequada de vitamina B12 foi associada a baixos níveis de HDL-c em adolescentes do sexo masculino de 12 a 14 anos e, mostrou-se significativa após ajustes. Associou-se à maior chance de LDL-c elevado no sexo masculino com idade de 12 a 14 anos e pertencentes a escolas públicas. Esta associação foi significativa após os ajustes. Além disso, houve associação com menor chance de hipertrigliceridemia naqueles de 15 a 17 anos (Tabela 3)

**Tabela 3.** Associação entre o consumo inadequado de vitaminas antioxidantes e frações lipídicas em adolescentes segundo sexo, idade, tipo de escola. ERICA, 2013-2014.

Consumo inadequado de vitaminas	Frações Lipídicas							
	CT (mg/dL)		HDL-c (mg/dL)		LDL-c (mg/dL)		TG (mg/dL)	
	OR	IC 95%	OR	IC 95%	OR	IC 95%	OR	IC 95%
<b>VITAMINA C (mg)</b>								
<b>Sexo</b>								
Feminino	1,23*	1,07-1,42	1,02	0,91-1,17	1,39*	1,05-1,83	0,94	0,69-1,29
Masculino	0,87	0,67-1,12	1,07	0,92-1,25	0,83	0,59-1,17	0,80	0,60-1,07
<b>Faixa Etária (anos)</b>								
12 a 14 anos	1,01	0,83-1,21	1,16	0,99-1,35	1,12	0,81-1,54	1,05	0,79-1,39
15 a 17 anos	1,13	0,94-1,35	0,95	0,84-1,08	1,15	0,84-1,57	0,73	0,51-1,06
<b>Tipo de escola</b>								
Pública	1,02	0,88-1,17	1,06	0,95-1,18	1,13	0,86-1,49	1,01	0,75-1,34
Privada	1,37*	1,04-1,82	0,91	0,79-1,05	1,26	0,87-1,84	0,63*	0,47-0,85
<b>Amostra total</b>	1,06	0,93-1,21	1,05	0,96-1,15	1,13	0,90-1,41	0,87	0,69-1,10
<b>OR ajustado</b>	1,11	0,97-1,27	1,02	0,93-1,12	1,17	0,94-1,46	0,89	0,70-1,13
<b>VITAMINA E (mg)</b>								
<b>Sexo</b>								
Feminino	2,03*	1,21-3,41	0,74	0,53-1,04	1,72	0,84-3,53	1,40	0,75-2,62
Masculino	0,62	0,26-1,48	1,96	1,27-3,04	1,72	0,69-4,30	1,91*	1,07-3,42
<b>Faixa etária (anos)</b>								
12 a 14 anos	0,77	0,38-1,55	1,45	0,96-2,18	2,36*	1,17-4,79	1,45	0,81-2,60
15 a 17 anos	2,37*	1,44-3,88	0,94	0,68-1,30	1,33	0,61-2,91	2,42*	1,24-4,75
<b>Tipo de escola</b>								
Pública	0,94	0,53-1,64	1,38	1,00-1,92	1,85	0,85-4,04	2,57*	1,41-4,70
Privada	1,68*	1,10-2,56	0,81	0,52-1,28	1,65	0,76-3,58	0,76	0,44-1,30
<b>Amostra total</b>	1,08	0,66-1,75	1,23	0,92-1,66	1,81	0,98-3,34	1,68*	1,03-2,73
<b>OR ajustado</b>	0,99	0,59-1,68	1,35	0,97-1,88	1,71	0,94-3,09	1,67*	1,04-2,67

Legenda: CT= Colesterol Total; HDL-c = colesterol da Lipoproteína de Alta Densidade; LDC-c= colesterol da Lipoproteína de Baixa Densidade; TG= Triglicerídeos; IC= Intervalo de Confiança; mg= miligrama; dL= decilitro; OR: *Odds Ratio*.

Fonte: ERICA: pesquisa de campo, 2013-2014.

A ingestão inadequada de Cobre foi associada a menor chance de hipertrigliceridemia entre adolescentes de 12 a 14 anos, porém, não houve significância após ajustes. Já a inadequação da ingestão do manganês associou-se a maior chance de baixo HDL-c em meninas e de LDL-c elevado em meninas de 15 a 17 anos, mantendo-se significativa após ajustes (Tabela 4).

**Tabela 4.** Associação entre o consumo inadequado de minerais antioxidantes e frações lipídicas em adolescentes segundo sexo, idade, tipo de escola. ERICA, 2013-2014.

Consumo inadequado de Minerais	Frações Lipídicas							
	CT (mg/dL)		HDL-c (mg/dL)		LDL-c (mg/dL)		TG (mg/dL)	
	OR	IC 95%	OR	IC 95%	OR	IC 95%	OR	IC 95%
<b>COBRE (mcg)</b>								
<b>Sexo</b>								
Feminino	0,99	0,87-1,12	1,09	0,94-1,27	1,05	0,73-1,50	0,77	0,60-0,99
Masculino	0,99	0,72-1,36	1,11	0,90-1,38	0,84	0,55-1,27	0,85	0,60-1,20
<b>Faixa etária (anos)</b>								
12 a 14 anos	1,03	0,80-1,34	1,07	0,90-1,26	0,84	0,49-1,45	0,93	0,66-1,30
15 a 17 anos	1,14	0,98-1,31	0,90	0,76-1,07	1,26	0,86-1,84	0,72*	0,56-0,94
<b>Tipo de escola</b>								
Pública	1,09	0,94-1,25	0,96	0,84-1,10	1,18	0,84-1,65	0,84	0,68-1,04
Privada	1,15	0,82-1,61	0,98	0,84-1,14	0,80	0,50-1,28	0,75	0,47-1,21
<b>Amostra total</b>	1,08	0,95-1,24	0,98	0,87-1,10	1,05	0,78-1,42	0,81	0,66-1,00
<b>OR ajustado</b>	1,00	0,86-1,17	1,09	0,97-1,22	1,00	0,74-1,34	0,81	0,65-1,00
<b>MANGANÊS (mg)</b>								
<b>Sexo</b>								
Feminino	1,07	0,92-1,23	1,17*	1,01-1,34	1,80*	1,24-2,62	0,99	0,78-1,26
Masculino	1,09	0,86-1,38	0,97	0,80-1,17	0,92	0,62-1,36	1,08	0,79-1,48
<b>Faixa etária (anos)</b>								
12 a 14 anos	1,05	0,86-1,29	1,19	0,97-1,45	1,23	0,80-1,87	1,11	0,89-1,38
15 a 17 anos	1,06	0,93-1,22	0,99	0,86-1,15	1,51*	1,06-2,16	0,95	0,69-1,30
<b>Tipo de escola</b>								
Pública	1,00	0,88-1,12	1,12	1,00-1,26	1,27	0,90-1,79	1,02	0,80-1,29
Privada	1,14	0,89-1,46	1,00	0,75-1,35	1,52	0,91-2,54	1,00	0,77-1,31
<b>Amostra total</b>	1,06	0,94-1,20	1,07	0,95-1,21	1,37*	1,03-1,83	1,03	0,85-1,25
<b>OR ajustado</b>	1,05	0,93-1,18	1,08	0,96-1,22	1,35*	1,01-1,81	1,01	0,83-1,23

Legenda: CT= Colesterol Total; HDL-c = colesterol da Lipoproteína de Alta Densidade; LDL-c= colesterol da Lipoproteína de Baixa Densidade; TG= Triglicerídeos; IC= Intervalo de Confiança; mg= miligrama; mcg= micrograma; dL= decilitro; OR: *Odds Ratio*.

Fonte: ERICA: pesquisa de campo, 2013-2014.

Observou-se que a vitamina E e B12 foram os micronutrientes que apresentaram maior chance de exercer influência sobre o perfil lipídico dos adolescentes e, também as variáveis de ajuste sexo e tipo de escola (Tabela 5)



**Tabela 5.** Regressão logística múltipla entre o consumo inadequado de micronutrientes e o perfil lipídico de adolescentes brasileiros, ajustado por sexo, faixa etária e tipo de escola. ERICA, 2013-2014.

Consumo inadequado de micronutrientes	Frações lipídicas							
	CT		HDL-c		LDL-c		TG	
	> 100 mg/dL		>45 mg/dL		> 100 mg/dL		> 100mg/dL	
	OR	IC 95%	OR	IC 95%	OR	IC 95%	OR	IC 95%
VITAMINA C (mg)	1,11	0,97-1,27	0,99	0,90-1,09	1,16	0,91-1,47	0,91	0,72-1,16
VITAMINA E (mg)	0,97	0,56-1,66	1,29	0,93-1,80	1,39	0,77-2,52	1,72*	1,07-2,76
VITAMINA B12(mcg)	0,96	0,84-1,09	1,09	0,99-1,20	1,41*	1,07-1,88	0,98	0,79-1,21
COBRE (mcg)	0,95	0,79-1,15	1,02	0,87-1,20	0,71	0,46-1,08	0,78	0,59-1,02
MANGANÊS (mg)	1,06	0,91-1,23	1,05	0,91-1,22	1,42	0,97-2,09	1,11	0,88-1,39
SEXO	0,53*	0,46-0,61	2,16*	1,97-2,37	0,61*	0,44-0,85	0,90	0,72-1,11
FAIXA ETÁRIA	0,98	0,85-1,13	1,10	0,95-1,26	0,96	0,74-1,25	0,92	0,76-1,12
TIPO DE ESCOLA	1,63*	1,42-1,87	0,72*	0,60-0,86	1,50	1,17-1,92	1,29*	1,02-1,64

Legenda: Categorias de referência: sexo feminino; faixa etária 12- 14 anos; Tipo de escola: pública; CT= Colesterol Total; HDL-c = colesterol da Lipoproteína de Alta Densidade; LDL-c= colesterol da Lipoproteína de Baixa Densidade; TG= Triglicerídeos; mg= miligramas; mcg= micrograma; dL= decilitro.

Fonte: ERICA: pesquisa de campo, 2013-2014.

#### 4. Discussão

Este estudo abordou uma temática ainda pouco investigada, considerando o público estudado e a relação entre consumo de micronutrientes antioxidantes e associação com o perfil lipídico destes. Percentuais elevados de inadequação no consumo de micronutrientes pela população brasileira tem sido relatada em estudos atuais (Tureck, et al., 2017; Teixeira, Mill, Pereira & Molina, 2016). Em adolescentes também são relatados percentuais crescentes de inadequação de consumo, justificando os valores observados nesse estudo (Veiga, et al., 2013; IBGE, 2020).

Foram observadas associações importantes entre a ingestão inadequada de micronutrientes e alterações lipídicas entre jovens. Os achados significantes no presente estudo foram identificados para as vitaminas E e B12 em relação ao perfil lipídico, notando-se ainda que o sexo e o tipo de escola foram as variáveis de ajuste que tiveram maior influência em relação as alterações lipídicas.

Estudos têm demonstrado que as dislipidemias representam importante fator de risco para o surgimento de aterosclerose e podem estar presentes desde a infância e permanecerem durante a fase adulta, podendo favorecer eventos cardiovasculares nesta idade (Bauman, et al., 2020). Nesse contexto, a ingestão inadequada de micronutrientes antioxidantes por esse público representa um dado preocupante, uma vez que, estes são potenciais agentes na modulação do estresse oxidativo por meio da dieta, e com isso, podem atuar na prevenção da peroxidação lipídica e aterosclerose, diminuindo o risco para doenças mais graves (Albuquerque, Diniz & Arruda, 2016)

O consumo inadequado de vitamina C foi associado a hipercolesterolemia em mulheres do ensino privado, porém, este dado não foi significativo. A literatura aponta que durante a adolescência é comum a preferência por alimentos mais gordurosos e ricos em açúcares, em detrimento daqueles ricos em nutrientes, especialmente as frutas, principais fontes de vitamina C (Azevedo, Martino & Carvalho, 2010; Jordão, Assumpção, Barros & Filho, 2021). A hipótese de que a vitamina C está associada ao perfil lipídico não foi sustentada nesse estudo, contrapondo os resultados de Kim, et al (2015) no qual o consumo de vitamina C reduziu de maneira significativa o TG, HDL-c, LDL-c, sugerindo alto poder antioxidante desta no organismo.

Os benefícios do ácido ascórbico para a saúde humana já são conhecidos, porém, os efeitos sobre as lipoproteínas séricas ainda necessitam de dados mais consistentes. De acordo com Ashor, Siervo, Velde, Willis e Mather (2016) entre os possíveis mecanismos envolvendo a ação da vitamina C no perfil lipídico é que esta atua como antioxidante inibindo a oxidação de LDL, facilitando a ligação e captação dessa fração lipoprotéica pelos receptores de LDL nos hepatócitos.

A vitamina E representa outro micronutriente importante para o aumento das concentrações de antioxidantes no plasma. Os resultados mostraram que a ingestão inadequada de vitamina E está associada a alterações de LDL-c e TG em adolescentes de escolas públicas. Este resultado pode estar associado à ausência de alimentos fontes de vitamina E na dieta dos adolescentes de escolas públicas e de menor poder aquisitivo, pois, grande parte das fontes incluem: sementes, oleaginosas, cereais integrais, peixes, óleos vegetais, frutas e vegetais (Jordão, Assumpção, Barros & Filho, 2021; Zhao, et al.; 2016).

Esses dados podem justificados pela função exercida por essa vitamina no metabolismo lipídico, a qual está associada a proteção da peroxidação lipídica e com isso reduz os danos causados pelo estresse oxidativo. Com isso, sugere-se que o aumento do consumo dessa vitamina pode prevenir o surgimento de dislipidemias em adolescentes (Nascimento, et al., 2018; Guerendian, et al., 2015). Os resultados encontrados podem ser sustentados por estudos que investigaram essa relação em indivíduos dislipidêmicos e obtiveram dados semelhantes (García, et al., 2013; Rodrigues, Fernandes, Souza, Hermsdorff & Duarte, 2015; Barzegar-amini & Hamideh Ghazizadeh, 2019; Carvalho, et al., 2020), o que pode representar risco para o desenvolvimento de doenças como a aterosclerose.

Tal fato, pode ser explicado devido à vitamina E ser carregada junto às partículas de LDL-c, prevenindo a modificação desta durante o processo de oxidação, sendo um dos mecanismos de atuação desse antioxidante nas dislipidemias a reação com o radical alquilperoxila, na qual o alfa-tocopherol interrompe a reação em cadeia da peroxidação lipídica sequestrando os radicais alquilperoxila (Scorsatto, Rosa & De Oliveira, 2016). Assim, supõe-se que este micronutriente atue suprimindo o processo aterogênico, visto que está relacionado à melhoria da resistência da LDL-c ao processo oxidativo (Carvalho, et al., 2020).

A deficiência de vitamina B12 é considerada como fator de risco em doenças cardiovasculares, neurais, além de estar envolvida na função cognitiva e óssea, devido sua participação como cofator em várias vias metabólicas e ainda, essencial para o crescimento e desenvolvimento, daí sua importância na infância e adolescência (Iglesia, et al., 2016). Os resultados obtidos nesse estudo são consistentes com o Saraswathy, Joshi, Yadav e Garg (2018) demonstraram que concentrações de vitamina B12 abaixo do ideal estavam associados ao HDL-c baixo. Por outro lado, Mahalle, Kulkarn, Garg e Naik (2013) mostraram a concentração dessa vitamina se associou de maneira inversa aos níveis de TG, igualmente aos dados obtidos.

Ainda não se sabe ao certo como a deficiência vitamina B12 pode alterar o perfil lipídico, porém, alguns estudos associam este fato à associação inversa desta com a homocisteína, metabólito que coopera para o aumento da biossíntese do colesterol por meio da regulação da expressão da 3-hidroxi-3-metil-glutaril-CoA (HMG-CoA) redutase no fígado, o que resulta no acúmulo de lipídios e com isso, a hipercolesterolemia. Além disso, pode alterar a concentração de lipídios no sangue, por meio da regulação da síntese de carnitina pelas enzimas serina hidroximetiltransferase e metilmalonil-CoA mutase (Adaikalakoteswari, et al., 2015; Li, Wen-Wen, Dai, Pan & Huang, 2015; Saraswathy, et al., 2018; Mahalle, et al., 2013; Adaikalakoteswari, et al., 2014).

Quanto aos elementos metálicos investigados nesse estudo, estes podem estar presentes no ambiente e alimentos, os quais podem desempenhar papéis biológicos importantes em enzimas, hormônios, vitaminas e metabolismo normal. A deficiência de elementos essenciais pode levar a uma variedade de doenças e distúrbios relacionados (Fan, Zhang & Bu, 2017). A associação entre o consumo de cobre e menor TG apesar de não ter sido significativa, Fan, Zhang e Bu (2017) e Wolide, Zawdie, Alemayehu e Tadesse (2017) encontraram resultados semelhantes. Shoji, et al (2016); Song, Wang, Zhang (2018) encontraram relação entre as concentrações de cobre e alterações lipídicas.

Apesar de não terem sido registrados dados consistentes em relação a esse elemento, sabe-se que o cobre é um elemento essencial e importante componente de enzimas antioxidantes que atuam na proteção contra os radicais livres no organismo e que desequilíbrios no seu metabolismo podem resultar em hipercolesterolemia e aumento do estresse oxidativo (Song, Wang, Zhang, 2018).

Sabe-se que a baixa ingestão de manganês pode contribuir para desestabilizar o DNA, diminuir a síntese de proteínas e levar a disfunção mitocondrial, além de atuar no metabolismo de carboidratos e lipídios (Fan, Zhang & Bu, 2017). A inadequada ingestão de Manganês relacionou-se fortemente com níveis elevados de LDL-c, no entanto, a literatura ainda é inconsistente e não fornece elementos que justifiquem esse dado.

Associação negativa e significativa do manganês com o CT e LDL-c em indivíduos diabéticos foi relatada por Wolide, et al (2017) em indivíduos diabéticos, contrapondo os resultados desse estudo. Em modelos animais à exposição à níveis crônicos desse metal não alterou o perfil lipídico, contrariamente aos dados dessa investigação (Oladipo, Ayo, Ambali, Mohamed & Aluwong, 2017). Nesse contexto, a associação encontrada nesse estudo representa um dado importante e mais investigações precisam ser realizadas para maior elucidação.

Diante dos dados apresentados, sugere-se que o baixo consumo de nutrientes antioxidantes pode estar associado ao comprometimento do sistema de defesa antioxidante no organismo e com isso, contribuir para o surgimento de doenças crônicas precoces, podendo se perpetuar na fase adulta. Apesar das associações entre o baixo consumo de micronutrientes e o perfil lipídico dos adolescentes encontrados neste estudo, é preciso ressaltar que fatores além da dieta podem influenciar nesse quadro, os quais não foram considerados nessa análise, a saber: o sedentarismo, o estado nutricional, genética e o uso de substâncias e/ou suplementos alimentares.

## 5. Considerações Finais

Este estudo demonstrou associação entre o consumo inadequado de micronutrientes antioxidantes e alterações nas concentrações plasmáticas de lipídios em adolescentes, no qual a vitamina E foi associada ao LDL-c elevado naqueles de menor faixa etária e hipertrigliceridemia nos de maior faixa de idade provenientes de escolas públicas. A vitamina B12 associou-se à baixos níveis de HDL-c e LDL-c em meninos de 12 a 14 anos pertencentes ao ensino público e ainda, por outro lado, houve menor chance de hipertrigliceridemia para aqueles de 15 a 17 anos. A inadequação do manganês foi relacionada ao baixo HDL-c e LDL-c elevado em mulheres de 15 a 17 anos.

Portanto, dada a representatividade nacional do estudo e o tamanho amostral, sugere-se que sejam estimuladas medidas educativas no que diz respeito a melhoria dos hábitos desse público, com estímulo ao consumo de alimentos fontes de micronutrientes, bem como, a avaliação de programas e políticas preventivas ao surgimento de doenças em idades precoces.

Nesse contexto, dada a transversalidade dos dados, sugere-se para investigações futuras a realização de estudos de intervenção e controlados, a fim de melhor esclarecer a relação entre estes fatores.

## Referências

- Adaikalakoteswari, A., Finer, S., Voyias, P. D., McCarthy, C. M., Vatihs, M., Moore, J., Smart-Halajka, M., Bawazeer, N., Ai- Daghri, N., McTernan, P. G., Kumar, S., Hitman, G. A., Saravanan, P. & Tripathi, G (2015). Vitamin B12 insufficiency induces cholesterol biosynthesis by limiting s-adenosylmethionine and modulating the methylation of SREBF1 and LDLR genes. *Clin Epigenetics*, 7(1), 14.
- Adaikalakoteswari, A., Jayashri, R., Sukumar, N., Venkataraman, H., Pradeepa, R., Gokulakrishnan, K., Anjana, R. M., McTernan, P. G., Trepathi, G., Patel, V., Kumar, S., Mohan, V., Saravanan, P. (2014). Vitamin B12 deficiency is associated with adverse lipid profile in Europeans and Indians with type 2 diabetes. *Cardiovasc Diabetol*. 13(1), 129.
- Albuquerque, M. N. L., Diniz, A. S., Arruda, I. K. G (2016). Elevated serum retinol and low beta-carotene but not alpha-tocopherol concentrations are associated whit dyslipidemia in Brazilian adolescents. *J Nutr Sci Vitaminol*, 62, 73-80.

Alves, M. A., Souza, A. M., Barufaldi, L. A., Tavares, B. M., Bloch, K. V., Vasconcellos, F. A. G (2019). Padrões alimentares de adolescentes brasileiros por regiões geográficas: análise do Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes (ERICA). *Cad. Saúde Pública*, 35(6):e00153818.

Ashor, A. W., Siervo, M., Velde, F. V. D., Willis, N. D., Mather, J. C (2016). Systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials testing the effects of vitamin C supplementation on blood lipids. *Clinical Nutrition*, 35(3), 626-637.

Azevedo, L., Martino, H. S. D., Carvalho, F. G (2010). Estimativa da ingestão de ferro e vitamina C em adolescentes no ciclo menstrual. *Ciência & Saúde Coletiva*, 15(1), 1359-1367.

Barufaldi, L. A., Abreu, G. Z., Oliveira, J. S., Santos, D. F., Fujimori, E., Vasconcelos, S. M. L., Vasconcelos, F. A. G., Tavares, B. M (2016). ERICA: prevalência de comportamentos alimentares saudáveis em adolescentes brasileiros. *Rev Saude Publica*. 50 (1):6s.

Barzegar-Amini, M., Hamideh Ghazizadeh, S. M. S (2019). Serum vitamin E as a significant prognostic factor in patients with dyslipidemia disorders. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 13, 666e671.

Bauman, C. D., Bauman, J. M., Mourao, D. M., Pinho, L., Brito, M. F. S. F., Carneiro, A. L. G., Silveira, M. F., Oliveira & Silva, C. S (2020). Dyslipidemia prevalence in adolescents in public schools. *Rev Bras Enferm*. 73(3), e20180523.

Bloch, K. V., Klein, C. H., Kuschnir, M. C., Abreu, G. A., Barufaldi, L. A., Klein, C. H., Vasconcellos, M. T. L (2015). The study of cardiovascular risk in adolescents – ERICA: rationale, design and sample characteristics of a national survey examining cardiovascular risk factor profile in Brazilian adolescents. *BMC Public Health*, 94 (15).

Carvalho, L. M. F., Carvalho, L. S. C., Sousa, C. B., Beserra, J. B., Paz, S. M. R. S., Santos, M. S (2020). Study of Cardiovascular Risk Factors in Adolescents: Association between Intake of Vitamins A and E and Lipid Profile. *Current Nutrition & Food Science*, 16, 1-0.

Conway, J. M., Ingwersen, L. A., Vinyard, B. T., Moshfgh, A. J (2003). Effectiveness of the US Department of Agriculture 5-step multiple-pass method in assessing food intake in obese and nonobese women. *Am J Clin Nutr*. 77(5), 1171-8.

Cureau, F. V., Bloch, K. V., Henz, A., Shaan, C. W., Klein, C. H., Oliveira, C. L., Giannini, D. T., Leon, E. B., Abreu, G. A., Telo, G. H., Dias, G. M., Carvalho, K. M. B., Barufaldi, L. A., Kuschnir, M. C. C., Szklo, M., Junior, R. M., Silva, T. L. N., Ekelund, V., Schaan, B. D (2017). Challenges for conducting blood collection and biochemical analysis in a large multicenter school-based study with adolescents: lessons from ERICA in Brazil. *Cad. Saúde Pública*, 33(4).

Faludi, A. A., Izar, M. C. O., Saraiva, J. F. K., Chacra, A. P. M., Bianco, H. T., Afiune Neto, A., Bertolami, A., Pereira, A. C., Lottenberg, A. M., Sposito, A. C., Chagas, A. C. P., Casella-Filho, A., Simão, A. F., Alencar Filho, A. C., Caramelli, B., Magalhães, C. C., Magnoni, D., Negrão, C. E., Ferreira, C. E. S., Scherr, C., Feio, C. M. A., Kovacs, C., Araújo, D. B., Calderar, D., Gualandro, D. M., Mello Junior, E. P., Alexandre, E. R. G., Sato, I. E., Moriguchi, E. H., Rached, F. H., Santos, F. C., Cesena, F. H. Y., Fonseca, F. A. H., Fonseca, H. A. R., Xavier, H. T., Pimentel, I. C., Giuliano, I. C. B., Issa, J. S., Diamant, J., Pesquero, J. B., Santos, J. E., Faria Neto, J. R., Melo Filho, J. X., Kato, J. T., Torres, K. P., Bertolami, M. C., Assad, M. H. V., Miname, M. H., Scartezini, M., Forti, N. A., Coelho, O. R., Maranhão, R. C., Santos Filho, R. D., Alves, R. J., Cassani, R. L., Betti, R. T. B., Carvalho, T., Martinez, T. L. R., Giraldez, V. Z. R., Salgado Filho, W (2017) Atualização da Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. *Arq Bras Cardiol*, 109 (1), 1–76.

Fan, Y., Zhang, C., Bu, J. I. N (2017). Relationship between Selected Serum Metallic Elements and Obesity in Children and Adolescent in the U.S. *Nutrients*, 9(2), 104.

Faria-neto, J. R., Bento, V. F. R., Baena, C. P., Olandoski, M., Gonçalves, L. G. O., Abreu, G. A., Kuschnir, M. C. C., Bloch, K. V (2016). ERICA: prevalência de dislipidemia em adolescentes brasileiros. *Rev Saude Publica*. 50(1):10s.

García, O. P., Ronquillo, D., Caamaño, M. C., Martínez, G., Camacho, M., López, V (2013). Zinc, iron and vitamins A, C and E are associated with obesity, inflammation, lipid profile and insulin resistance in Mexican school-aged children. *Nutrients*, 5(12), 5012-30.

Gil, A.C (2008). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. Atlas.

Guerendiain, M., Mayneris-Perxachs, J., Montes, R., Lopez-Belmonte, G., Martín-Matillas, M., Castellote, A.I., Martín-Bautista, E., Martí, A., Martínez, J.A., Moreno, L., Garagorri, J. M., Wearnberg, J., Caballero, J., Marcos, A., Lopez-Sabater, M. C., Campoy, C (2015). Relation between plasma antioxidant vitamin levels, adiposity and cardio-metabolic profile in adolescents: Effects of a multidisciplinary obesity programme. *Clinical Nutrition*. 36, 209-21

Iglesia, I., Mouratidou, T., González-Gross, M., Huvbrechts, I., Breidenasse, C., Santabábara, J., Esperanza Díaz, L., Hallström, L., De Henauw, S., Gottrand, F., Kafatos, A., Whidhalm, K., Manios, Y., Molnar, D., Stehle, P., Moreno, L.A (2016). Foods contributing to vitamin B6, folate, and vitamin B12 intakes and biomarkers status in European adolescents: The HELENA study. *Eur J Nutr*.

Institute of Medicine (2005) Dietary reference intakes, the essential guide to nutrient requirements. Washington (DC). *National Academy Press*.

Institute of Medicine, Food and Nutrition Board (2001). Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc: a report of the panel on micronutrients, Subcommittees on Upper Reference Levels of Nutrients and of Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes, and the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. Washington (DC). *National Academy Press*.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2020). *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil*. IBGE, Rio de Janeiro.

Jordão, K. S. L. U., Assumpção, D., Barros, M. B. A., Filho, A. A. B (2021). Vitamin E intake and food sources in adolescent diet: a cross-sectional population-based study. *Rev Paul Pediatr*, 39:e2019295.

Kim, S. M., Lim, S. M., Yoo, J. A., Woo, M. J., Cho, K. H (2015). Consumption of high-dose vitamin C (1250 mg per day) enhances functional and structural properties of serum lipoprotein to improve antioxidant, anti-atherosclerotic, and anti-aging effects via regulation of anti-inflammatory microRNA. *Food & Function*, 6(11), 3604-3612.

- Li, W. X., Wen-Wen, L. V., Dai, S. X., Pan, M. L., Huang, J. F (2015). Joint associations of folate, homocysteine and MTHFR, MTR and MTRR gene polymorphisms with dyslipidemia in a Chinese hypertensive population: a cross-sectional study. *Lipids Health Dis*, 14, 101.
- Mahalle, N., Kulkarni, M. V., Garg, M. K., Naik, S. S (2013). Vitamin B12 deficiency and hyperhomocysteinemia as correlates of cardiovascular risk factors in Indian subjects with coronary artery disease. *J Cardiol*, 61 (4), 289-94.
- Nascimento, L. M., Gomes, Q. R. O., Mascarenhas, M. D. M., Miranda, C. E. S., Araújo, T. M. E., Frota, K. M. G (2018). Association between the consumption of antioxidant nutrients with lipid alterations and cardiometabolic risk in adolescents. *Rev Nutr*, 31(2), 183-197.
- Oladipo, O. O., Ayo, J., Ambali, S.F., Mohammed, B., Aluwong, T (2017). Dyslipidemia induced by chronic low dose co-exposure to lead, cadmium and manganese in rats: the role of oxidative stress. *Environ Toxicol Pharmacol*. 53, 199-205.
- Prodanov, C. C., Freitas, E. C (2013). *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. (2ª ed.), Novo Hamburgo. <https://docente.ifrn.edu.br/rodrigotertulino/disciplinas/2015.2/seminario-de-iniciacao-cientifica/livro/e-book-metodologia-do-trabalho-cientifico/view>
- Rodrigues, C. H. G., Fernandes, D. S. P., Souza, E. C. G., Hermsdorff, H. H. M., Duarte, M. S. L (2015). Fatores de risco e consumo de micronutrientes protetores para doença cardiovascular em universitários da área de saúde. *Rev. Bras. Nutr.Clin*, 30 (2), 146-53.
- Saraswathy, K. N., Joshi, S., Yadav, S., Garg, P. R (2018). Metabolic distress in lipid & one carbono metabolic pathway through low vitamin B-12: a population based study from North India. *Lipids in Health and Disease*, 17, 96.
- Scorsatto, M., Rosa, G., de Oliveira, G. M. M (2016). Antioxidant Vitamin Intake in Dyslipidemic Overweight Individuals. *International Journal of Cardiovascular Sciences*. 29(3), 210-217.
- Shoji, H., Ikeda, N., Kojima, C., Kitamura, T., Suganuma, S., Ueno, T., Miida, T., Shimizu, T (2016). Relationship between copper and lipids and atherogenic indices soon after birth in Japanese preterm infants of 32–35 weeks. *Journal of Developmental Origins of Health and Disease*. 1-5.
- Silva, T. L. N., Klein, C. H., Souza, A. M., Barufaldi, L. A., Abreu, G. A., Kuschnir, M. C. C., Vasconcellos, M. T. L., Bloch, K. V (2016). Participação no Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes- ERICA. *Rev Saúde Pública*, 50 (1).
- Song, X. X., Wang, W., Li, Z., Zhang, D (2018). Association between Serum Copper and Serum Lipids in Adults. *Ann Nutr Metab*, 73, 282–289
- Souza, A. M., Barufaldi, L. A., Abreu, G. A., Gianini, D. T., Oliveira, C. L., Santos, M. M., Leal, V. S., Vasconcelos, F. A. G (2016). ERICA: ingestão de macro e micronutrientes em adolescentes brasileiros. *Rev Saúde Pública*, 50 (1).
- Teixeira, M. G., Mill, J. G., Pereira, A. C., Molina, M. C. B (2016). Consumo de antioxidantes em participantes do ELSA-Brasil: resultados da linha de base. *Rev Bras Epidemiol*, 19(1), 149-159.
- Tureck, C., Locateli, G., Corrêa, V. G., Koehnlein, E. A (2017). Avaliação da ingestão de nutrientes antioxidantes pela população brasileira e sua relação com o estado nutricional. *Rev Bras Epidemiol*, 20(1), 30-42.
- Vasconcellos, M. T. L., Silva, P. L. N., Szklo, M., Kuschnir, M. C. C., Klein, C. H., Abreu, G. A., Barufaldi, L. A., Bloch, K. V (2015). Sampling design for the Study of Cardiovascular Risk in Adolescents (ERICA). *Cad. Saúde Pública*, 31(5), 1-10.
- Veiga, G. V., Costa, R. S., Araújo, M. C., Souza, A. M., Bezerra, L. N., Barbosa, F. S., Sichieri, R., Pereira, R. A (2013). Inadequação do consumo de nutrientes entre adolescentes brasileiros. *Rev Saúde Pública*, 47(1), 212S-21S.
- Vizentin, N. P., Cardoso, P. M. S., Maia, C. A. G., Alves, I. P., Aranha, G. L., Giannini, D. T (2019). Dyslipidemia in Adolescents Seen in a University Hospital in the city of Rio de Janeiro/Brazil: Prevalence and Association. *Arq Bras Cardiol*, 112(2), 147–151.
- WHO. World Health Organization (2005). Multicentre growth reference study group nutrition in adolescence – issues and challenges for the health sector: issues in adolescent health and development. Geneva.
- Wolide, A. D., Zawdie, B., Alemayehu, T., Tadesse, S (2017). Association of trace metal elements with lipid profiles in type 2 diabetes mellitus patients: a cross sectional study. *BMC Endocr Disord*, 17(1),64.
- Xavier, H. T., Izar, M. C., Faria Neto, J. R., Assad, M. H., Rocha, V. Z., Sposito, A. C., Fonseca, F. A., dos Santos, J. E., Santos, R. D., Bertolami, M. C., Faludi, A. A., Martinez, T. L. R., Diamant, J., Guimarães, A., Forti, N. A., Moriguchi, E., Chagas, A. C. P., Coelho, O. R., Ramires, J. A. F (2013). V Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. *Arq Bras Cardiol*. 101(1), 1-20.
- Zhao, Y., Frank, J., Monahan, B. A., McNulty, K. L., Frederick, J. B., Daniel, J. D., Brennan, L., Nugent, A. P., Gibney, E. R (2016). Plasma n-3 polyunsaturated fatty status and its relationship with vitamin E intake and plasma level. *Eur J Nutr*.