

# Folate, vitamin B6 and vitamin B12 in adolescence: serum concentrations, prevalence of inadequate intakes and sources in food

*Folato, B6 e B12 na adolescência: níveis séricos, prevalência de inadequação de ingestão e alimentos contribuintes*

Josiane Steluti<sup>1</sup>, Lígia A. Martini<sup>2</sup>, Barbara S. E. Peters<sup>3</sup>, Dirce M. L. Marchioni<sup>4</sup>

## Resumo

**Objetivo:** Investigar os níveis séricos e a prevalência de inadequação da ingestão dietética de folato e das vitaminas B6 e B12, identificando os alimentos contribuintes para a ingestão desses nutrientes.

**Métodos:** Estudo observacional, transversal, em adolescentes de 16 a 19 anos, de ambos os sexos, conduzido em Indaiatuba (SP). Coletou-se o registro alimentar de 3 dias não consecutivos. A dieta habitual foi estimada pela remoção da variabilidade intrapessoal, e a prevalência de inadequação da ingestão, pelo método da *estimated average requirement* como ponto de corte. As análises bioquímicas de folato, B6 e B12 foram conduzidas de acordo com os métodos aceitos na literatura.

**Resultados:** O estudo foi conduzido com 99 adolescentes, a maioria do sexo feminino (58,6%), com média de idade de 17,6 (desvio padrão, DP 0,9) anos. As médias da concentração sérica de folato, B6 e B12 foram de 9,2 (DP 3,4) ng/mL, 18,7 (DP 5,1) nmol/L e 397,5 (DP 188,4) pg/mL, respectivamente; e a prevalência de inadequação da ingestão das vitaminas foi de 15,2, 10,2 e < 1%, respectivamente. Os alimentos que mais contribuíram para a ingestão dos nutrientes foram, para folato: pão francês, macarrão e feijões; para B6: arroz branco, carne de frango e carne bovina; e para B12: carne bovina magra, leite integral e carne bovina gorda.

**Conclusões:** As prevalências de inadequação de folato, B6 e B12 mostraram-se baixas, possivelmente em decorrência da melhoria do acesso e da disponibilidade de alimentos, fontes dietéticas das vitaminas. Os feijões, presentes na dieta tradicional brasileira, ainda estão entre os principais alimentos que contribuíram para a ingestão de folato, mesmo após a fortificação mandatória com ácido fólico no Brasil.

*J Pediatr (Rio J). 2011;87(1):43-49: Nutrição, consumo alimentar, adolescentes, vitaminas, marcadores bioquímicos.*

## Abstract

**Objective:** To investigate serum concentrations and the prevalence of inadequate folate intake and also vitamin B6 and vitamin B12 intakes and to identify those foods that make a major contribution to intake levels of these nutrients.

**Methods:** This was a cross-sectional, observational study of adolescents of both sexes aged 16 to 19 years from the town of Indaiatuba, SP, Brazil. Data collection was by non-consecutive 3-day dietary record. The samples' habitual diet was estimated by removing intraindividual variability, and the prevalence rates of inadequate intakes were calculated using the estimated average requirement as cutoff points. Biochemical assays for folate, vitamin B6 and vitamin B12 were conducted in accordance with the methods accepted in the literature.

**Results:** The study sample comprised 99 adolescents, the majority of whom were female (58.6%), with a mean age of 17.6 (standard deviation, [SD] 0.9). Mean serum concentrations for folate, vitamin B6 and vitamin B12 were 9.2 (SD 3.4) ng/mL, 18.7 (SD 5.1) nmol/L and 397.5 (SD 188.4) pg/mL, respectively; and the prevalence rates of inadequate intake for these vitamins were 15.2, 10.2 and < 1%, respectively. The foods that made a major contribution to vitamin intakes were French bread, pasta and beans for folate; white rice, chicken and beef for vitamin B6; and lean beef, whole milk and fatty beef for vitamin B12.

**Conclusions:** The prevalence rates of inadequate folate, vitamin B6 and vitamin B12 intakes were low, which is possibly the result of improved access to and availability of foods that are dietary sources of these vitamins. Beans, which are a part of the traditional Brazilian diet, remain one of the primary food items that contribute to folate intake, even after mandatory fortification with folic acid in Brazil.

*J Pediatr (Rio J). 2011;87(1):43-49: Nutrition, food consumption, adolescents, vitamins, homocysteine, biomarkers.*

1. Mestre, Departamento de Nutrição, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP.
2. Professora associada, Departamento de Nutrição, Faculdade de Saúde Pública, USP, São Paulo, SP.
3. Pós-doutoranda, Ambulatório de Fragilidades Ósseas, Departamento de Medicina, Escola Paulista de Medicina (EPM), Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), São Paulo, SP.
4. Doutora. Professora, Departamento de Nutrição, Faculdade de Saúde Pública, USP, São Paulo, SP.

Não foram declarados conflitos de interesse associados à publicação deste artigo.

Apoio financeiro: Fundação de Amparo à Pesquisa (FAPESP); Faculdade de Saúde Pública (FSP), Universidade de São Paulo (USP), Processo nº 05/50089-5; 08/04126-0; 08/02102-7.

**Como citar este artigo:** Steluti J, Martini LA, Peters BS, Marchioni DM. Folate, vitamin B6 and vitamin B12 in adolescence: serum concentrations, prevalence of inadequate intakes and sources in food. *J Pediatr (Rio J)*. 2011;87(1):43-49.

Artigo submetido em 23.07.10, aceito em 18.10.10.

doi:10.2223/JPED.2056

## Introdução

As vitaminas do complexo B têm merecido destaque como nutrientes-chave envolvidos na manutenção da saúde e na prevenção de doenças<sup>1</sup>. O folato e as vitaminas metabolicamente relacionadas, dentre elas B6 e B12, têm sido associados à proteção contra alguns tipos de câncer e à redução da concentração sanguínea de homocisteína<sup>2</sup>. A elevação dos níveis de homocisteína, por sua vez, é considerada como fator de risco para a ocorrência de eventos adversos, como demência, doença de Alzheimer, fratura óssea, cânceres, sobretudo doenças cardiovasculares<sup>3</sup>. Além disso, estudos epidemiológicos apontaram que 75% dos defeitos do tubo neural poderiam ser prevenidos com o aumento da ingestão de folato<sup>4</sup>.

Assim, países como Estados Unidos, Canadá e Chile adotaram como política pública o enriquecimento de alimentos com ácido fólico de modo mandatório, motivados pela redução da ocorrência dos defeitos do tubo neural. Outros países, como Reino Unido, Irlanda, Portugal, Espanha, Áustria, Austrália e Nova Zelândia optaram pela fortificação voluntária dos alimentos<sup>5</sup>.

Após a fortificação mandatória, a prevalência de inadequação observada na população estadunidense foi de 15,7%<sup>6</sup>. No Brasil, no período anterior à fortificação mandatória, estudo em adolescentes revelou alta prevalência de inadequação da ingestão de folato, aproximadamente 89% da população<sup>7</sup>. Adicionalmente, pesquisas nacionais mostraram desequilíbrio na dieta entre os adolescentes. Estudo em uma amostra probabilística no município do Rio de Janeiro (RJ) observou ingestão inferior dos grupos alimentares arroz e feculentos, feijões e grãos, hortaliças e leite e derivados<sup>8</sup>. Além disso, outros estudos realizados com grupos de adolescentes brasileiros indicam a ocorrência de inadequação alimentar<sup>9-11</sup>, destacando-se a carência de ingestão de frutas e hortaliças, o que poderia determinar a baixa ingestão de folato.

No Brasil, a baixa ingestão e as fontes dietéticas dessa vitamina podem ter se modificado com a fortificação mandatória de farinhas de milho e trigo com ácido fólico, a partir de 2004<sup>12</sup>. Os objetivos deste estudo são: descrever os níveis séricos e a prevalência de inadequação da ingestão de folato, juntamente com as vitaminas B6 e B12, inter-relacionadas no ciclo metabólico da homocisteína, e identificar os alimentos com maior contribuição para a ingestão desses nutrientes.

## Métodos

A população de estudo foi constituída de adolescentes de 16 a 19 anos, de ambos os sexos, matriculados, no ano de 2006, na Fundação Indaiatubana de Educação e Cultura (FIEC), na cidade de Indaiatuba, estado de São Paulo (SP). Todos os dados deste trabalho são oriundos do estudo "Estado nutricional da vitamina D em adolescentes obesos e eutróficos"<sup>13</sup>. De 330 estudantes que atendiam aos critérios de participação no estudo (ausência de doenças crônicas, como diabetes melito, hipertensão arterial, insuficiência renal crônica, insuficiência cardíaca; uso de corticosteroides e anti-inflamatórios; não ser gestante e/ou lactante na época da coleta de dados), 205 aceitaram participar do estudo e

apresentaram o termo de consentimento livre esclarecido assinado pelo responsável. Destes, 163 responderam ao inquérito alimentar, e 132 realizaram coleta de sangue. Não apresentavam material sorológico suficiente para as análises 33 adolescentes, e, portanto, a amostra final foi de 99 adolescentes.

O consumo alimentar foi obtido por meio do registro alimentar de 3 dias não consecutivos. Os alimentos e as preparações mencionados nos registros foram convertidos em gramas com o auxílio de tabelas e manuais específicos. O consumo registrado foi resumido em valores de energia e nutrientes utilizando o *software* Nutrition Data System for Research versão 2007 (NDS, Minneapolis, EUA), que tem como principal base de dados a tabela do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA). Essa tabela considera os valores de folato em equivalentes do folato dietético (*dietary folate equivalents*, DFE), diferenciando a biodisponibilidade do folato naturalmente presente nos alimentos e do folato sintético (ácido fólico), adicionado nos produtos fortificados. Os valores de folato sintético, conseqüentemente os valores de DFE, foram corrigidos considerando a fortificação mandatória em farinhas de trigo e milho, vigente no Brasil desde 2004. Note-se que a diferença da quantidade de adição de ácido fólico nos alimentos fortificados no Brasil (150 mcg) é distinta da dos Estados Unidos (140 mcg).

Para análises bioquímicas, coletou-se 20 mL de material sanguíneo após jejum de 12 horas. As amostras foram centrifugadas a 2.000 rpm durante 10 minutos em temperatura ambiente, e os soros foram separados e armazenados a -80 °C. As dosagens de folato e B12 em soro foram determinadas no sistema automático Elecsys® 2010 Rack Version (Roche, Suíça) pelo método de imunoensaio de eletroquimioluminescência, utilizando os *kits* de teste Folate II e Vitamin B12 (Elecsys and cobas analyzers, Roche Diagnostics). Já as concentrações séricas de B6 foram analisadas no sistema HPLC-Analytik da ImmunDiagnostik AG®, pelo método de cromatografia líquida de alta resolução (HPLC), por detecção fluorimétrica.

Em relação às análises dos dados dietéticos, obteve-se uma estimativa empírica da ingestão habitual de folato, B6 e B12 após o ajuste da distribuição da ingestão pela variabilidade intrapessoal, utilizando o método proposto pela Iowa State University (ISU)<sup>14</sup> e disponibilizado no *software* PC-SIDE versão 1.0 (ISU, Ames, EUA).

A estimativa de inadequação da ingestão dos nutrientes entre os adolescentes, ponderada pelo tamanho populacional, foi verificada com o método *estimated average requirement* (EAR) como ponto de corte e é definida pela proporção de indivíduos com ingestão abaixo do valor de referência da EAR estabelecido para cada nutriente. O mesmo procedimento foi adotado para observação dos valores que excederam o limite máximo tolerável de ingestão (*tolerable upper intake level*, UL)<sup>15</sup>.

O método dos resíduos foi empregado para ajustar por energia os dados de ingestão dietética dos nutrientes. A contribuição dos alimentos na ingestão dos nutrientes foi calculada pela metodologia descrita em Block et al.<sup>16</sup>. Posteriormente, os alimentos foram ordenados de forma decrescente, de

acordo com a quantidade do nutriente presente em 100 g e na porção do alimento, calculada a partir da quantidade média (em gramas) consumida pela população de estudo.

A aderência à normalidade foi verificada através do teste de Skewness-Kurtosis. Os dados que não apresentaram distribuição normal foram transformados em logaritmo natural. Os dados referentes à ingestão dietética das vitaminas foram descritos na forma de média geométrica, intervalo de confiança de 95% (IC95%) e percentis. Devido a essa falta de consenso no estabelecimento de pontos de corte para identificar a deficiência das vitaminas entre os adolescentes, optou-se por descrever a distribuição dos níveis séricos das vitaminas estudadas na forma de média aritmética, desvios padrão e percentis. O teste *t* de Student foi utilizado para averiguar diferenças de médias da ingestão de nutrientes. Todos os testes foram realizados no Stata® versão 10.0 (College Station, Texas, EUA). Foi considerado o nível de significância de 5%.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (USP). A participação dos adolescentes no estudo foi precedida da assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido pelo responsável legal ou pelo próprio indivíduo, quando maior de 18 anos.

## Resultados

O estudo foi conduzido com 99 adolescentes, sendo 58,6% do sexo feminino. A média de idade foi de 17,6 (desvio padrão, DP 0,9) anos. A maioria autodeclarou-se de raça branca. Em relação ao estado nutricional, 21,2% dos adolescentes foram classificados com excesso de peso.

As médias da concentração sérica de folato, B6, e B12 foram de 9,2 (DP 3,4) ng/mL, 18,7 (DP 5,1) nmol/L e 397,5 (DP 188,4) pg/mL, respectivamente (Tabela 1). Os meninos apresentaram maior nível sérico de B6, 20,9 nmol/L quando comparados aos 17,3 nmol/L das meninas ( $p = 0,001$ ).

A média da ingestão habitual de energia foi de 2.335,8 (DP 576,1) kcal, sendo 2.633 (652,8) kcal entre os meninos e 2.125,8 (403,8) kcal entre as meninas. A prevalência da inadequação de folato foi de 15,2; 10,2% para B6; e < 1% para B12 (Tabela 2). A forma sintética de folato (ácido fólico), presente nos alimentos fortificados, representou 59,1% do folato consumido. A ingestão de folato foi diferente entre meninos e meninas ( $p = 0,03$ ), considerando os dados de- atenuados e ajustados pela energia.

A alimentação dos adolescentes foi composta de um total de 438 diferentes tipos de alimentos. Destes, respectivamente, 400, 382 e 246 itens contribuíram para a ingestão de folato, B6 e B12. Os alimentos responsáveis pelos maiores valores de contribuição na ingestão das vitaminas foram, para folato: pão francês, macarrão e feijão; para B6: arroz branco, carne de frango e carne bovina; e para B12: carne bovina magra, leite integral e carne bovina gorda (Tabelas 3 e 4). Apesar de esses alimentos serem os principais contribuintes da ingestão das vitaminas nessa população, a maioria dos alimentos não ocupava uma posição alta na classificação quando os alimentos eram ordenados de acordo com os valores das vitaminas em 100 g ou na porção média consumida do alimento. A primeira posição na classificação em 100 g para folato e B6 foi ocupada pelo cereal matinal, e para B12, fígado bovino. Entretanto, esses alimentos contribuíram para a ingestão dos nutrientes com menos de 1% cada, com exceção do fígado, que contribuiu com 5,3% (informações não apresentadas nas tabelas).

## Discussão

Este estudo é o primeiro no Brasil que estimou, em um mesmo momento, a prevalência de inadequação da ingestão de folato e das vitaminas B6 e B12, apresentando dados de concentrações séricas, além de descrever os alimentos de maior contribuição para a ingestão dessas vitaminas em uma

**Tabela 1** - Média, desvio padrão, percentis das concentrações séricas de folato, B6 e B12 de acordo com sexo dos adolescentes (Indaiatuba, SP, 2006)

Concentração sérica/sexo	n	Média (DP)	Percentil					p*
			5	25	50	75	95	
Folato (ng/mL) <sup>†</sup>								
Masculino	36	9,5 (4,1)	4,0	6,8	8,8	11,4	17,7	0,886
Feminino	53	9,0 (2,9)	5,0	7,1	8,9	10,3	15,8	
Vitamina B6 (nmol/L)								
Masculino	32	20,9 (5,9)	11,9	17,1	19,9	25,3	29,7	0,001 <sup>‡</sup>
Feminino	46	17,2 (3,9)	11,2	13,9	17,2	20,0	23,2	
Vitamina B12 (pg/mL) <sup>†</sup>								
Masculino	39	417,9 (214,9)	132	232	377	530	840	0,647
Feminino	56	383,3 (168,1)	142	262	359	473	704	

DP = desvio padrão.

\* Teste *t* de Student para diferença entre sexo masculino e feminino.

<sup>†</sup> Dados transformados para logaritmo natural antes do teste *t* de Student.

<sup>‡</sup> Nível descritivo significante ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 2** - Média geométrica, intervalo de confiança de 95%, percentis de distribuição da ingestão dietética das vitaminas folato, B6 e B12 de acordo com sexo dos adolescentes (Indaiatuba, SP, 2006)

Nutrientes*	n	Média geométrica		Percentil					PI	
		(IC95%)	p <sup>†</sup>	5	25	50	75	95	< EAR	> UL
Folato (µg) <sup>‡</sup>										
Masculino	41	512,23 (476,90-550,18)	0,031 <sup>§</sup>	338,29	446,09	535,95	600,55	690,49	15,15	0
Feminino	58	415,19 (394,32-437,17)		279,20	375,71	425,23	464,57	561,66		
Total	99	452,92 (432,39-474,43)		299,48	395,89	451,32	535,95	673,73		
Vitamina B6 (mg)										
Masculino	41	1,56 (1,45-1,67)	0,085	1,07	1,36	1,54	1,80	2,18	10,19	0
Feminino	58	1,43 (1,37-1,50)		0,99	1,29	1,43	1,63	1,93		
Total	99	1,48 (1,42-1,54)		1,01	1,30	1,48	1,69	2,11		
Vitamina B12 (µg)										
Masculino	41	4,66 (4,36-4,99)	0,628	3,41	4,04	4,55	5,40	6,40	0,92	NE
Feminino	58	4,31 (4,10-4,53)		2,96	4,00	4,36	4,98	5,58		
Total	99	4,45 (4,28-4,64)		2,99	4,01	4,41	5,14	6,38		

EAR = estimated average requirement; IC95% = intervalo de confiança de 95%; NE = não estabelecido; PI = prevalência de inadequação; UL = limite máximo tolerável de ingestão (*tolerable upper intake level*).

\* Considerado valor deatenuado pela remoção da variabilidade intrapessoal.

† Teste *t* de Student para diferença entre sexo masculino e feminino.

‡ Apresentado como equivalentes do folato dietético (*dietary folate equivalents*, DFE). 1 DFE = 1 µg de folato natural = 0,6 µg de folato sintético presente em alimentos fortificados e suplementos dietéticos.

§ Nível descritivo significativo ( $p < 0,05$ ).

amostra de adolescentes sadios após a fortificação mandatória de farinhas com ácido fólico no país. A prevalência de inadequação da ingestão de folato, B6 e B12 foi de 15,2, 10,2 e < 1%, respectivamente, e as médias da concentração sérica dessas vitaminas foram de 9,2 (DP 3,4) ng/mL, 18,7 (DP 5,1) nmol/L e 397,5 (DP 188,4) pg/mL, respectivamente.

As concentrações séricas dos adolescentes observadas neste estudo foram pouco inferiores as de estudos estadunidenses recentes, os quais relataram concentração sérica de folato de 11,0 ng/mL e de B12 de 504 pg/mL entre adolescentes de 12 a 19 anos<sup>17</sup> e de 37 nmol/L de vitamina B6 na população de 13 a 20 anos de idade<sup>18</sup>.

Os valores elevados das concentrações séricas das vitaminas observadas tanto neste, quanto em outros estudos<sup>17,19,20</sup>, são possivelmente decorrentes do enriquecimento dos alimentos. Essa tese é reforçada pela elevada contribuição do folato sintético no total de folato consumido nesse grupo. Mesmo assim, há presença de indivíduos com níveis séricos diminuídos, o que é relevante se considerarmos a associação entre o baixo nível sérico dessas vitaminas e a elevação da homocisteína plasmática em adolescentes<sup>21</sup>.

No Brasil, utilizando o mesmo método que este estudo (EAR como ponte de corte) em uma amostra representativa de adolescentes na cidade de São Paulo (SP), Verly Jr.<sup>22</sup> encontrou 21 e 12% da população, masculina e feminina, respectivamente, com inadequação da ingestão de B6, e 33 e 11%, de B12. Dados do National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) de 2003 a 2006 sobre a in-

gestão de folato de indivíduos entre 14 e 18 anos mostraram a ingestão média e desvio padrão de DFE de 674 (DP 19) µg no sexo masculino e de 496 (DP 14) µg no sexo feminino. Os dados mostraram também a prevalência de inadequação de 15,7%, ponderada para sexo<sup>6</sup>. A maioria dos valores foi consistente com os achados nesse estudo, com exceção da média da ingestão de folato entre os meninos, que foi inferior (512,2 µg).

Em um único estudo brasileiro, realizado no período pré-fortificação, observaram-se média consumida de 145 (DP 177) µg de DFE e inadequação de 89%<sup>7</sup>. Essa discrepância ocorreu em função do enriquecimento das farinhas, pois nosso estudo foi conduzido após a implementação da resolução brasileira que tornou obrigatória a fortificação das farinhas com ácido fólico. Apesar de não haver estudos que avaliaram o impacto da fortificação mandatória no Brasil, muitos são os trabalhos, principalmente estadunidenses, que verificaram a evolução positiva tanto da ingestão, quanto do nível sérico da vitamina entre o período pré- e pós-fortificação<sup>20,23</sup>.

Em contrapartida ao aparente sucesso da fortificação mandatória de alimentos com ácido fólico, a comunidade científica não é unânime à aprovação de políticas de fortificação e do uso de suplementos, havendo debates no meio científico<sup>24</sup>. Pesquisadores criticam a necessidade da exposição de toda a população a altas doses da vitamina e apontam que a superexposição ao micronutriente pode estar associada à ocorrência de efeitos adversos a saúde, entre eles, a elevação da incidência de câncer de cólon retal<sup>25</sup> e

**Tabela 3** - Contribuição dos alimentos na ingestão dietética de folato, componentes natural e sintético do folato entre os adolescentes de Indaiatuba (SP), em 2006

Nutrientes (µg)/alimentos	Contribuição (%)*	Porção			Em 100 g	
		Média <sup>†</sup>	Quantidade <sup>‡</sup>	Classificação <sup>§</sup>	Quantidade <sup>  </sup>	Classificação <sup>¶</sup>
Folato** (n = 400)						
Pão francês	23,08	67,14	163,9	28	244,11	7
Macarrão	9,74	187,81	276,56	7	147,25	25
Feijão	8,15	56,09	45,43	129	81,0	75
Esfirra	3,54	93,12	86,07	71	92,43	68
Pão de forma tradicional	2,78	88,37	212,34	18	240,29	8
Biscoito recheado	2,59	51,63	93,77	65	181,64	11
Outros <sup>††</sup>	< 2	117,17 <sup>††</sup>	45,11 <sup>††</sup>	-	49,01 <sup>††</sup>	-
Folato natural (n = 400)						
Feijão	21,33	56,09	45,43	44	81,0	14
Pão francês	7,67	67,14	20,81	108	31,0	68
Leite integral	4,12	230,44	11,52	186	5,0	327
Suco de laranja natural	3,26	286,92	51,65	36	18,0	124
Arroz branco	3,11	171,45	5,14	268	3,0	360
Salgados assados	2,35	129,9	86,71	7	66,75	22
Outros <sup>††</sup>	< 2	116,16 <sup>††</sup>	18,06 <sup>††</sup>	-	20,74 <sup>††</sup>	-
Folato sintético (n = 132)						
Pão francês	32,61	67,14	84,17	23	125,36	5
Macarrão	15,01	187,81	154,95	5	82,5	17
Biscoito recheado	5,43	93,12	47,89	47	51,43	45
Esfirra	3,96	88,37	109,83	13	124,29	7
Pão de forma tradicional	3,61	51,63	47,57	48	92,14	11
Torta salgada recheada	2,57	306,15	193,19	3	63,1	30
Outros <sup>††</sup>	< 2	141,49 <sup>††</sup>	47,75 <sup>††</sup>	-	51,38 <sup>††</sup>	-

\* Percentil da quantidade do nutriente no alimento em relação à quantidade total do nutriente consumido pela população de estudo.

† Calculada a partir da quantidade média (em gramas) consumida do alimento na população de estudo.

‡ Quantidade encontrada do nutriente de interesse na porção do alimento.

§ Posição que o alimento ocupa após a ordenação de forma decrescente em relação à quantidade de nutriente na porção.

|| Quantidade encontrada do nutriente de interesse em 100 g do alimento.

¶ Posição que o alimento ocupa após a ordenação de forma decrescente em relação à quantidade de nutriente em 100 g do alimento.

\*\* Apresentado como equivalentes do folato dietético (*dietary folate equivalents*, DFE). 1 DFE = 1 µg de folato natural = 0,6 µg de folato sintético presente em alimentos fortificados e suplementos dietéticos.

†† Alimentos que contribuíram com menos de 1% cada no total da ingestão do nutriente.

†† Média dos valores dos alimentos que contribuíram com menos de 1% cada na ingestão total do nutriente.

o mascaramento da anemia por deficiência de B12<sup>26</sup>. No entanto, no presente estudo não foi constatada a ingestão de nenhuma das vitaminas acima do UL.

Ao observar a posição ocupada pelos alimentos quando ordenados pelo valor das vitaminas em 100 g, verificou-se que os alimentos responsáveis pela maior contribuição na ingestão de folato e B6, em especial, não foram aqueles que continham a maior quantidade do nutriente em 100 g, conhecidas fontes dietéticas, reforçando a hipótese da necessidade de conhecer os alimentos presentes na dieta da população, inclusive os alimentos contribuintes dos nutrientes após a fortificação. Este estudo mostrou a contribuição relevante de alimentos que têm como ingrediente básico a farinha de trigo, como pães, massas e biscoitos.

Pesquisas nacionais que analisaram a evolução da disponibilidade de alimentos nos domicílios brasileiros relataram uma tendência no aumento do consumo de carnes, leite e

derivados e alimentos processados. Por outro lado, observaram também a redução do consumo de cereais, leguminosas, frutas e hortaliças, corroborando os nossos resultados se considerarmos esses alimentos importantes na contribuição dos nutrientes de interesse do estudo<sup>27</sup>. Destaca-se ainda, que nenhum trabalho nos últimos anos buscou conhecer os principais alimentos contribuintes de B12. Estudo conduzido em jovens coreanos mostrou a carne de porco e o arroz como os principais contribuintes de B6<sup>28</sup>. A respeito do folato, suco de laranja, pães e biscoitos e feijões e verduras verdes eram os principais contribuintes na ingestão da vitamina nos Estados Unidos no final da década de 1970, período pré-fortificação<sup>29</sup>. Após a fortificação mandatória, observou-se que pães e biscoitos estavam entre os principais contribuintes<sup>30</sup>. No Brasil, pouco se sabe das fontes dietéticas após a fortificação das farinhas com ácido fólico, sendo essa uma das contribuições deste trabalho.

**Tabela 4 -** Contribuição dos alimentos na ingestão dietética das vitaminas B6 e B12 entre os adolescentes de Indaiatuba (SP), em 2006

Nutrientes/alimentos	Contribuição (%)*	Porção			Em 100 g	
		Média <sup>†</sup>	Quantidade <sup>‡</sup>	Classificação <sup>§</sup>	Quantidade <sup>  </sup>	Classificação <sup>¶</sup>
Vitamina B6 (mg)						
(n = 382)						
Arroz branco	9,93	171,45	0,16	115	0,09	200
Carne de frango	5,67	67,46	0,40	37	0,60	12
Carne bovina magra	4,20	149,26	0,42	34	0,28	67
Bebidas lácteas	3,88	27,49	0,25	74	0,91	11
Leite integral	3,01	230,44	0,08	182	0,04	334
Carne bovina gorda	2,75	145,71	0,37	44	0,26	75
Pão francês	2,54	67,14	0,07	206	0,10	177
Feijão	2,50	56,09	0,05	227	0,09	202
Carne bovina moída	2,08	61,01	0,21	86	0,34	42
Outros**	< 2	122,86 <sup>††</sup>	0,19 <sup>††</sup>	-	0,18 <sup>††</sup>	-
Vitamina B12 (µg)						
(n = 246)						
Carne bovina magra	16,42	149,26	4,03	9	2,70	13
Leite integral	15,01	230,44	1,01	52	0,44	103
Carne bovina gorda	12,29	145,71	4,12	7	2,83	11
Carne bovina moída	6,12	61,01	1,53	31	2,50	16
Fígado bovino	5,27	100,0	70,58	1	70,58	1
Hambúrguer	4,39	60,57	1,78	27	2,94	10
Outros**	< 2	129,88 <sup>††</sup>	0,67 <sup>††</sup>	-	0,66 <sup>††</sup>	-

\* Percentil da quantidade do nutriente no alimento em relação à quantidade total do nutriente consumido pela população de estudo.

† Calculada a partir da quantidade média (em gramas) consumida do alimento na população de estudo.

‡ Quantidade encontrada do nutriente de interesse na porção do alimento.

§ Posição que o alimento ocupa após a ordenação de forma decrescente em relação à quantidade de nutriente na porção.

|| Quantidade encontrada do nutriente de interesse em 100 g do alimento.

¶ Posição que o alimento ocupa após a ordenação de forma decrescente em relação à quantidade de nutriente em 100 g do alimento.

\*\* Alimentos que contribuíram com menos de 1% cada no total da ingestão do nutriente.

†† Média dos valores dos alimentos que contribuíram com menos de 1% cada na ingestão total do nutriente.

Merece destaque que o feijão persistiu entre os principais contribuintes da ingestão da vitamina, juntamente com os alimentos fortificados. Deste modo, esse cenário demonstra que independentemente da fortificação, a promoção do consumo de alimentos conhecidos como fontes dietéticas e presentes na dieta habitual da população brasileira pode contribuir para a redução da prevalência de inadequação da ingestão dos micronutrientes.

Este estudo possui limitações. O delineamento transversal não permite verificar a relação de causalidade entre os eventos estudados. A informação sobre o uso de suplementos vitamínicos nessa população não estava disponível, o que pode levar à superestimação da prevalência de inadequação das vitaminas. No entanto, o uso de suplementos dietéticos é baixo na adolescência, aumentando a prevalência de forma significativa na contribuição da ingestão da vitamina entre os adultos e idosos<sup>21</sup>. Além disso, a amostra não é representativa dos adolescentes de Indaiatuba (SP), portanto não admite generalizações e inferências a outras populações de adolescentes na mesma cidade ou de outras localidades, o que ressalta a necessidade de outros estudos que consoli-

dem esses achados. Apesar disso, o estudo apontou uma importante alteração do cenário de inadequação da ingestão e nível sérico das vitaminas, especialmente do folato.

O presente estudo permitiu o conhecimento das prevalências de inadequação da ingestão e do nível sérico de folato, B6 e B12 entre adolescentes. As prevalências mostraram-se baixas, possivelmente em decorrência da melhoria do acesso e disponibilidade de alimentos, fontes dietéticas das vitaminas, nos domicílios, inclusive dos alimentos processados que contêm, entre os ingredientes, as farinhas fortificadas com ácido fólico. Destaca-se que os feijões, presentes na alimentação brasileira, ainda estão entre os principais alimentos que contribuíram para a ingestão de folato, mesmo após a fortificação mandatória da vitamina no país.

### Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de São Paulo pelo apoio financeiro que proporcionou o desenvolvimento deste estudo.

## Referências

1. Stover PJ. *Physiology of folate and vitamin B12 in health and disease*. Nutr Rev. 2004;62:S3-12.
2. Collin SM, Metcalfe C, Refsum H, Lewis SJ, Zuccolo L, Smith GD, et al. *Circulating folate, vitamin B12, homocysteine, vitamin B12 transport proteins, and risk of prostate cancer: a case-control study, systematic review, and meta-analysis*. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev. 2010;19:1632-42.
3. McNulty H, Scott JM. *Intake and status of folate and related B-vitamins: considerations and challenges in achieving optimal status*. Br J Nutr. 2008;99 Suppl 3:S48-54.
4. Martínez de Villarreal LE, Arredondo P, Hernandez R, Jesus Z, Villarreal JZ. *Weekly administration of folic acid and epidemiology of neural tube defects*. Matern Child Health J. 2006;10:397-401.
5. Eichholzer M, Tönz O, Zimmermann R. *Folic acid: a public-health challenge*. Lancet. 2006;367:1352-61.
6. Bailey RL, Dodd KW, Gahche JJ, Dwyer JT, McDowell MA, Yetley EA, et al. *Total folate and folic acid intake from foods and dietary supplements in the United States: 2003-2006*. Am J Clin Nutr. 2010;91:231-7.
7. Vitolo MR, Canal Q, Campagnolo PD, Gama CM. *Factors associated with risk of low folate intake among adolescents*. J Pediatr (Rio J). 2006;82:121-6.
8. Andrade RG, Pereira RA, Sichieri R. *Consumo alimentar de adolescentes com e sem sobrepeso do Município do Rio de Janeiro*. Cad Saude Publica. 2003;19:1485-95.
9. Albano DR, Souza SB. *Ingestão de energia e nutrientes por adolescentes de uma escola pública*. J Pediatr (Rio J). 2001;77:512-6.
10. Carmo MB, Toral N, Silva MV, Slater B. *Consumo de doces, refrigerantes e bebidas com adição de açúcar entre adolescentes da rede pública de ensino de Piracicaba, São Paulo*. Rev Bra Epidemiol. 2006;9:121-30.
11. Leal GV, Philippi ST, Matsudo SM, Toassa EC. *Consumo alimentar e padrão de refeições de adolescentes, São Paulo, Brasil*. Rev Bras Epidemiol. 2010;13:457-67.
12. Brasil. Ministério da Saúde. *Regulamento técnico para a fortificação das farinhas de trigo e das farinhas de milho com ferro ácido fólico*. Resolução nº. 344. Brasília: Diário Oficial da Republica federativa do Brasil; 2002.
13. Peters BS, Santos LC, Fisberg M, Wood RJ, Martini LA. *Prevalence of vitamin D insufficiency in Brazilian adolescents*. Ann Nutr Metab. 2009;54:15-21.
14. Nusser SM, Carriquiry AL, Dodd KW, Fuller WA. *A semiparametric transformation approach to estimating usual intake daily intake distributions*. J Am Stat Assoc. 1996;91:1440-9.
15. Institute of Medicine (IOM). *Dietary Reference Intakes: Applications in Dietary Assessment*. Washington, DC: National Academy Press; 2000.
16. Block G, Dresser CM, Hartman AM, Carroll MD. *Nutrient sources in the American diet: quantitative data from the NHANES II survey. I. Vitamins and minerals*. Am J Epidemiol. 1985;122:13-26.
17. Pfeiffer CM, Johnson CL, Jain RB, Yetley EA, Picciano MF, Rader JJ, et al. *Trends in blood folate and vitamin B-12 concentrations in the United States, 1988-2004*. Am J Clin Nutr. 2007;86:718-27.
18. Morris MS, Picciano MF, Jacques PF, Selhub J. *Plasma pyridoxal 5'-phosphate in the US population: the National Health and Nutrition Examination Survey, 2003-2004*. Am J Clin Nutr. 2008;87:1446-54.
19. McLean E, de Benoist B, Allen LH. *Review of the magnitude of folate and vitamin B12 deficiencies worldwide*. Food Nutr Bull. 2008;29:S38-51.
20. Pfeiffer CM, Caudill SP, Gunter EW, Osterloh J, Sampson EJ. *Biochemical indicators of B vitamin status in the US population after folic acid fortification: results from the National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2000*. Am J Clin Nutr. 2005;82:442-50.
21. Kerr MA, Livingstone B, Bates CJ, Bradbury I, Scott JM, Ward M, et al. *Folate, related B vitamins, and homocysteine in childhood and adolescence: potential implications for disease risk in later life*. Pediatrics. 2009;123:627-35.
22. Verly Jr. *Prevalência de inadequação da ingestão de nutrientes entre adolescentes do município de São Paulo*. [dissertação de mestrado]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP; 2009.
23. Quinlivan EP, Gregory JF 3rd. *Effect of food fortification on folic acid intake in the United States*. Am J Clin Nutr. 2003;77:221-5.
24. Bailey RL, Mills JL, Yetley EA, Gahche JJ, Pfeiffer CM, Dwyer JT, et al. *Unmetabolized serum folic acid and its relation to folic acid intake from diet and supplements in a nationally representative sample of adults aged > or =60 y in the United States*. Am J Clin Nutr. 2010;92:383-9.
25. Luebeck EG, Moolgavkar SH, Liu AY, Boynton A, Ulrich CM. *Does folic acid supplementation prevent or promote colorectal cancer? Results from model-based predictions*. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev. 2008;17:1360-7.
26. Cornel MC, de Smit DJ, de Jong-van den Berg LT. *Folic acid-the scientific debate as a base for public health policy*. Reprod Toxicol. 2005;20:411-5.
27. Levy-Costa RB, Sichieri R, Pontes Ndos S, Monteiro CA. *Household food availability in Brazil: distribution and trends (1974-2003)*. Rev Saude Publica. 2005;39:530-40.
28. Cho YO, Kim BY. *Vitamin B6 intake by Koreans should be based on sufficient amount and a variety of food sources*. Nutrition. 2005;21:1113-9.
29. Subar AF, Block G, James LD. *Folate intake and food sources in the US population*. Am J Clin Nutr. 1989;50:508-16.
30. Dietrich M, Brown CJ, Block G. *The effect of folate fortification of cereal-grain products on blood folate status, dietary folate intake, and dietary folate sources among adult non-supplement users in the United States*. J Am Coll Nutr. 2005;24:266-74.

### Correspondência:

Dirce Maria Lobo Marchioni  
Avenida Dr. Arnaldo, 715 - Cerqueira César  
CEP 01246-904 - São Paulo, SP  
Tel.: (11) 3061.7856  
Fax: (11) 3061.7705  
E-mail: marchioni@usp.br