

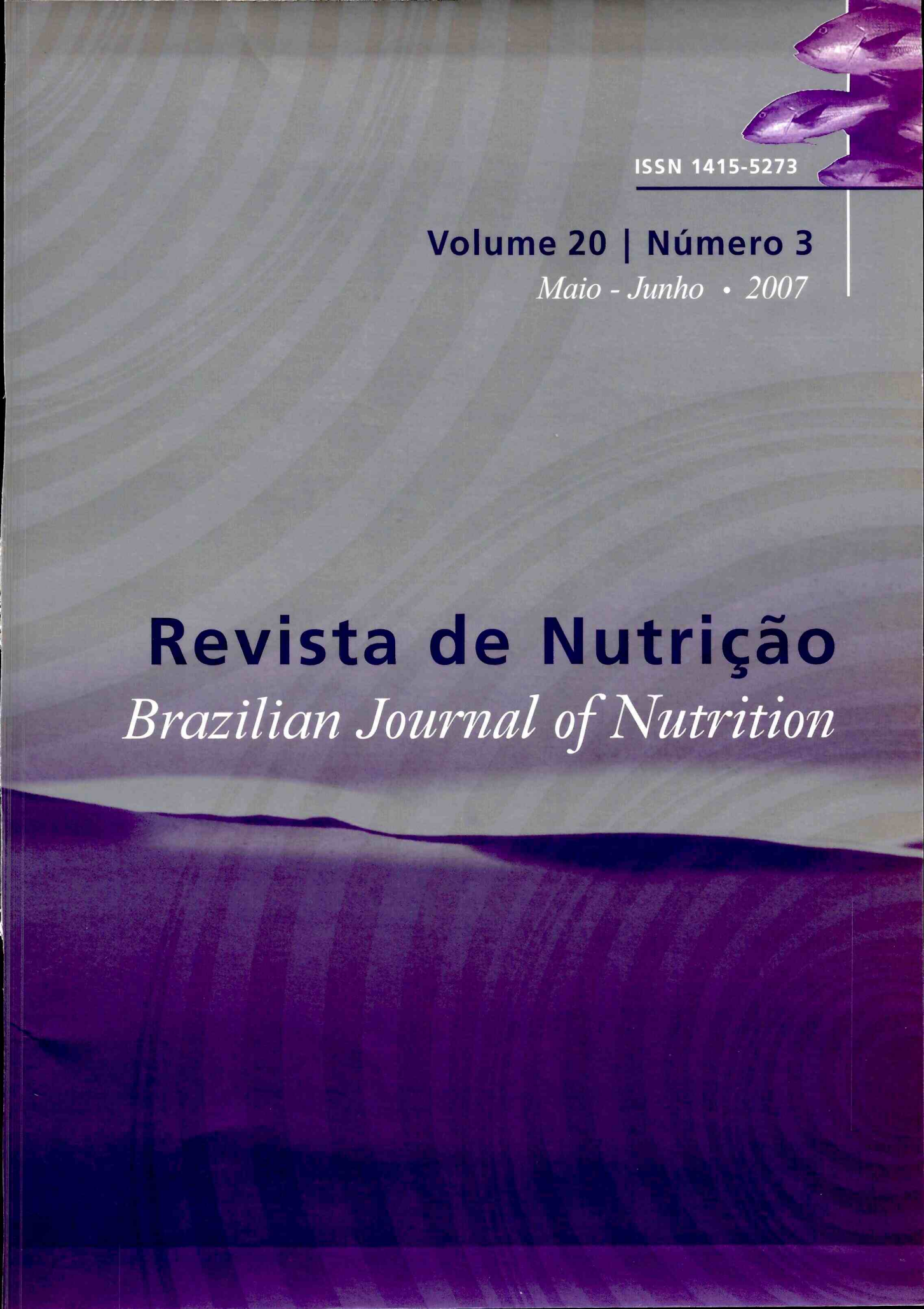
ISSN 1415-5273

Volume 20 | Número 3

Maio - Junho • 2007

Revista de Nutrição

Brazilian Journal of Nutrition



Editora / Editor

Maria Angélica Tavares de Medeiros

Editora Adjunta / Assistant Editor

Rosa Wanda Diez Garcia

Editores Associados / Associate Editors

Admar Costa de Oliveira - Unicamp, Campinas
Márcia Regina Vítolo - Unisinos, São Leopoldo
Maria Cristina Faber Boog - Unicamp, Campinas
Rossana Pacheco da Costa Proença - UFSC, Florianópolis
Semíramis Martins Álvares Domene - PUC-Campinas

Editora Gerente / Manager Editor

Maria Cristina Matoso - SBI, PUC-Campinas

Conselho Editorial / Editorial Board

Ana Marlúcia Oliveira Assis - UFBA, Salvador
César Gomes Victora - UFPel, Pelotas
Daisy B. Wolkoff - UERJ, Rio de Janeiro
Francisco A.G. de Vasconcelos - UFSC, Florianópolis
Jean-Pierre Poulain - Université de Toulouse 2, França
Josefina B. R. Monteiro - UFV, Viçosa
Júlio Sérgio Marchini - FMRP/USP, Ribeirão Preto
Lucia de Fátima C.P. Schwarzschild - UFRN, Natal
Lúcia Kiyoko O. Yuyama - INPA, Manaus
Maria Lúcia M. Bosi - UFRJ, Rio de Janeiro
Maria Margareth Veloso Naves - UFG, Goiânia
Ricardo Cordeiro - Unicamp, Campinas
Rosely Sichieri - UERJ, Rio de Janeiro
Valdemiro Carlos Sgarbieri - ITAL, Campinas

Comitê Editorial / Editorial Committee

Lília Zago Ferreira dos Santos
Maria Angélica Tavares de Medeiros
Paula Andréia Martins
Semíramis Martins Álvares Domene
Silvana Mariana Srebernick

Normalização e Indexação / Standardization and Indexing

Maria Cristina Matoso

Editoração Eletrônica / DTP

Fátima Cristina Camargo

O Conselho Editorial não se responsabiliza por conceitos emitidos em artigos assinados.

The Board of Editors does not assume responsibility for concepts emitted in signed articles.

A eventual citação de produtos e marcas comerciais não expressa recomendação do seu uso pela Instituição.

The eventual citation of products and brands does not express recommendation of the Institution for their use.

Copyright © Revista de Nutrição

É permitida a reprodução parcial, desde que citada a fonte. A reprodução total depende da autorização da Revista.

Partial reproduction is permitted if the source is cited. Total reproduction depends on the authorization of the Revista de Nutrição.

Revista de Nutrição é continuação do título Revista de Nutrição da Puccamp, fundada em 1988. É uma publicação bimestral, de responsabilidade da Faculdade de Nutrição, Centro de Ciências da Vida, Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Publica trabalhos da área de Nutrição e Alimentos.

Revista de Nutrição is former Revista de Nutrição da Puccamp, founded in 1988. It is a bimonthly publication every four months and it is of responsibility of the Faculdade de Nutrição, Centro de Ciências da Vida, Pontifícia Universidade Católica de Campinas. It publishes works in the field of Nutrition and Food.

COLABORAÇÕES / CONTRIBUTIONS

Os manuscritos (quatro cópias) devem ser encaminhados ao Núcleo de Editoração SBI/CCV conforme as "Instruções aos Autores", publicadas no final de cada fascículo.

All manuscripts (four copies) should be sent to the Núcleo de Editoração SBI/CCV and should comply with the "Instructions for Authors", published in the end of each issue.

ASSINATURAS / SUBSCRIPTIONS

Pedidos de assinatura ou permuta devem ser encaminhados ao Núcleo de Editoração SBI/CCV.

E-mail: assinaturascv@puc-campinas.edu.br

Anual: • Pessoas físicas: R\$70,00

• Institucional: R\$120,00

Subscription or exchange orders should be addressed to the Núcleo de Editoração SBI/CCV.

E-mail: assinaturascv@puc-campinas.edu.br

Anual: • Individual rate: R\$70,00

• Institutional rate: R\$120,00

Exchange is accepted

CORRESPONDÊNCIA / CORRESPONDENCE

Toda a correspondência deve ser enviada à Revista de Nutrição no endereço abaixo:

All correspondence should be sent to Revista de Nutrição at the address below:

Núcleo de Editoração SBI/CCV - Campus II - Av. John Boyd Dunlop, s/n. - Prédio de Odontologia - Jd. Ipaussurama - 13060-904 Campinas, SP.

Fone/Fax: +55-19-3729-6875

E-mail: revistas.ccv@puc-campinas.edu.br

Web: <http://www.puc-campinas.edu.br/ccv>

<http://www.scielo.br/rn>

INDEXAÇÃO / INDEXING

A Revista de Nutrição é indexada nas Bases de Dados internacionais: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), CAB Abstract, Food Science and Technology Abstracts, Excerpta Medica, Chemical Abstract, SciELO, Popline, NISC, Latindex. Qualis A-Nacional.

Revista de Nutrição is indexed in the following international Databases: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), CAB Abstract, Food Science and Technology Abstracts, Excerpta Medica, Chemical Abstract, SciELO, Popline, NISC, Latindex. Qualis A-Nacional.



Revista de Nutrição é associada à
Associação Brasileira de Editores Científicos



Centro de
Ciências da Vida





ISSN 1415-5273

Revista de Nutrição

Brazilian Journal of Nutrition

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pelo Sistema de Bibliotecas e
Informação – SBI – PUC-Campinas

Revista de Nutrição = Brazilian Journal of Nutrition. Pontifícia Universidade
Católica de Campinas. Centro de Ciências da Vida. Faculdade de Nutrição. –
Campinas, SP, v.16 n.1 (jan./mar. 2003-)

v.20 n.3 maio/jun. 2007

Semestral 1988-1998; Quadrimestral 1999-2002; Trimestral 2003-2004;
Bimestral 2005-

Resumo em Português e Inglês.

Apresenta suplemento.

Continuação de Revista de Nutrição da PUCCAMP 1988-2001 v.1-v.14;

Revista de Nutrição = Journal of Nutrition 2002 v.15.

ISSN 0103-1627

ISSN 1415-5273

1. Nutrição – Periódicos. 2. Alimentos – Periódicos. I. Pontifícia
Universidade Católica de Campinas. Centro de Ciências da Vida. Faculdade de
Nutrição.

CDD 612.3

REVISTA DE NUTRIÇÃO

ISSN 1415-5273

Artigos Originais | *Original Articles*

- 229 Biodisponibilidade de minerais em refeições vegetarianas e onívoras servidas em restaurante universitário
Mineral bioavailability in vegetarian and omnivorous meals served in a university restaurant
 • Egle Machado de Almeida Siqueira, Juliana Frossard Ribeiro Mendes, Sandra Fernandes Arruda
- 239 Avaliação por métodos *in vitro* e *in vivo* da biodisponibilidade de sulfato ferroso microencapsulado
In vitro and in vivo evaluation of iron bioavailability from microencapsulated ferrous sulfate
 • Maria Lucia Cocato, Maria Inês Ré, Messias Alves Trindade Neto, Helena Pontes Chiebao, Célia Colli
- 249 Efeito da adição dietética de milho de alta qualidade protéica em camundongos
Effect of adding high-quality protein maize to the diet of mice
 • Aline Castro Silva, Ricardo Ferreira Muradas, Éder Galinari Ferreira, Déborah Kristina Braga, Flávia Márcia Oliveira, Alexandre Sylvio Vieira da Costa
- 257 Shrimp diet and skin healing strength in rats
Dieta com camarão e resistência cicatricial da pele, em ratos
 • Elizabeth Lage Borges, Fernanda Kelley Silva Pereira, Jacqueline Isaura Alvarez-Leite, Luiz Ronaldo Alberti, Mônica Alves Neves Diniz Ferreira, Andy Petroianu
- 265 Tendência do aleitamento materno em município da região centro-sul do estado de São Paulo: 1995-1999-2004
Breastfeeding trends in a municipality in central-southern São Paulo state: 1995-1999-2004
 • Luciana Ferreira, Cristina Maria Garcia de Lima Parada, Maria Antonieta de Barros Leite Carvalhaes
- 275 Ingestão de cálcio e indicadores antropométricos entre adolescentes
Calcium intake and anthropometric indicators in adolescents
 • Luana Caroline dos Santos, Lígia Araújo Martini, Sílvia Nascimento de Freitas, Isa de Pádua Cintra
- 285 O Programa Nacional de Alimentação Escolar em município do estado da Paraíba: um estudo sob o olhar dos beneficiários do Programa
National School Feeding Program in a municipality of Paraíba state: a study under the viewpoint of those who benefit from the Program
 • Vanessa Messias Muniz, Alice Teles de Carvalho
- 297 Proporção de anemia de acordo com o estadiamento puberal, segundo dois critérios diagnósticos
Anemia proportion according to pubertal stage using two diagnostic criteria
 • Flávia Calanca da Silva, Maria Sylvia de Souza Vitale, Elaine Cristina Quaglia, Josefina Aparecida Pellegrini Braga, Élide Helena Guidolin da Rocha Medeiros

- 307 Magnitude e métodos de perda rápida de peso em judocas de elite
Magnitude and methods of rapid weight loss in elite judo athletes
•Guilherme Giannini Artioli, Fernanda Baeza Scagliusi, Viviane Ozores Polacow, Bruno Gualano, Antonio Herbert Lancha Junior

Comunicação | **Communication**

- 317 Metabolismo energético em atletas de *endurance* é diferente entre os sexos
Energetic metabolism in endurance athletes is different between sexes
•Alessandra Barreto Paravidino, Emilson Souza Portella, Eliane de Abreu Soares
- 327 Instruções aos Autores
Instructions for Authors

Biodisponibilidade de minerais em refeições vegetarianas e onívoras servidas em restaurante universitário

Mineral bioavailability in vegetarian and omnivorous meals served in a university restaurant

Egle Machado de Almeida SIQUEIRA¹

Juliana Frossard Ribeiro MENDES²

Sandra Fernandes ARRUDA¹

RESUMO

Objetivo

Avaliar a biodisponibilidade de cálcio, ferro e zinco nas dietas vegetarianas e onívoras, servidas no Restaurante Universitário da Universidade de Brasília.

Métodos

Foram coletadas três amostras de cada refeição, durante 5 dias, para determinação do conteúdo de fitato. O conteúdo em cálcio ferro e zinco foi estimado a partir de tabelas de composição de alimentos. A razão molar entre o ácido fítico e o mineral dietéticos foi utilizada como critério para avaliar a biodisponibilidade.

Resultados

As concentrações médias de ácido fítico, cálcio e ferro foram significativamente maiores na dieta vegetariana ($p=0,0002$; $p=0,0015$ e $p=0,0227$, respectivamente), enquanto a concentração de Zinco foi maior na dieta onívora ($p=0,0205$). Ambas as dietas apresentaram razões molares ácido fítico: cálcio e ácido fítico: ferro inferiores aos valores críticos (1,56 e 14, respectivamente), sugerindo que o fitato não deve comprometer a biodisponibilidade do cálcio ou do ferro nessas refeições. A razão molar ácido fítico: zinco, na dieta vegetariana, foi de 9,3 e na onívora de 4,9, caracterizando-as como refeições de média e alta biodisponibilidade para o zinco, respectivamente. O feijão e a soja eram os componentes dietéticos mais ricos em fitato nas duas refeições.

Conclusão

Devido aos teores de cálcio e ferro nas duas refeições, a presença de fitato não deve representar risco de deficiência desses minerais para indivíduos que se alimentam diariamente no Restaurante Universitário da

¹ Universidade de Brasília, Departamento de Biologia Celular, Laboratório de Biofísica. Asa Norte, Campus Universitário Darcy Ribeiro, ICC Sul, Módulo 3, 70910-900, Brasília, DF, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: E.M.A. SIQUEIRA. E-mail: <eglemasi@gmail.com>.

² Universidade de Brasília, Departamento de Nutrição. Brasília, DF, Brasil.

Universidade de Brasília. Entretanto, devido ao baixo teor de zinco nas refeições, a presença do fitato pode representar um risco de deficiência desse mineral, principalmente, para homens vegetarianos.

Termos de indexação: vegetarianos; onívoros; biodisponibilidade; fitato; minerais; feijão.

ABSTRACT

Objective

To assess the bioavailability of calcium, iron and zinc in vegetarian and omnivorous meals served in the university restaurant of the Universidade de Brasília.

Methods

Three samples of each meal were collected during 5 days to determine the concentration of phytate. Calcium, iron and zinc contents were estimated by using food composition tables. The molar ratio between phytic acid and the dietary mineral was used as a criterion to evaluate mineral bioavailability.

Results

The mean concentrations of phytate, calcium and iron were significantly higher in the vegetarian meal ($p=0.0002$; $p=0.0015$ e $p=0.0227$, respectively), while zinc concentration was higher in the omnivorous meal ($p=0.0205$). Both meals presented molar ratios of phytate to calcium and phytate to iron below the critical values (1.56 and 14, respectively) suggesting that phytate in these meals should not impair calcium and iron bioavailability. The molar ratio of phytic acid to zinc in the vegetarian meal was 9.4, while in the omnivorous meal it was 4.3, characterizing them as medium and high bioavailability meals for zinc, respectively. Beans and soy were the highest sources of phytate in both meals.

Conclusion

Due to the calcium and iron contents in both meals served in the university restaurant of the Universidade de Brasília, phytate content should not induce calcium and iron deficiency in individuals that consume these meals daily. However, given the low zinc content in the meals, phytate content may represent a risk for the development of zinc deficiency, especially in vegetarian men.

Indexing terms: vegetarian; omnivorous; biological availability; phytic acid; minerals; bean.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as dietas vegetarianas vêm se tornando cada vez mais populares em vários países, por razões de saúde, filosóficas, ecológicas ou religiosas^{1,2}. Um crescente número de evidências científicas tem indicado que as dietas vegetarianas oferecem vantagens significativas em relação às dietas onívoras, principalmente, devido ao reduzido teor de gorduras saturadas, de colesterol, de proteína animal, além de apresentarem maior conteúdo em fibras, carboidratos complexos e antioxidantes, que exercem impacto positivo na prevenção e no controle de doenças crônicas não transmissíveis²⁻⁴. Porém, as dietas vegetarianas podem resultar na deficiência de vitamina B₁₂, vitamina B₂, vitamina D, cálcio,

ferro e zinco^{1,3,5}. Dietas vegetarianas contêm grandes quantidades de fibras, fitato e oxalato, compostos capazes de quelar minerais, reduzindo a absorção destes no intestino⁶. O ácido fítico (AF), abundante, principalmente, nos cereais integrais, no feijão e na soja, possui efeito quelante sobre íons mono e bivalentes^{7,8}, formando complexos insolúveis, que resultam na redução da biodisponibilidade de minerais e de proteínas da dieta, o que lhe conferiu o *status* de antinutriente. Por outro lado, estudos mais recentes têm demonstrado o papel do fitato no combate à carcinogênese, às doenças cardiovasculares e na inibição da produção de radicais livres⁸⁻¹⁰.

A biodisponibilidade de minerais tem sido avaliada por meio das razões molares entre o fitato e os minerais da dieta. Saha et al.¹¹ demonstraram

que uma dieta com razão molar AF: Cálcio (Ca) igual a 1,56 apresentou comprometimento na absorção do íon Ca. Dietas com razão molar AF:Ferro (Fe) > 14 comprometem a biodisponibilidade desses minerais em animais e humanos^{12,10}. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), dietas com razão molar AF:Zn acima de 15 apresentam baixa biodisponibilidade de Zn (10% a 15%), entre 5 e 15 apresentam média biodisponibilidade de Zn (30% a 35%) e, abaixo de 5 apresentam alta biodisponibilidade¹³. O fitato no organismo apresenta efeitos diversos, podendo ser benéfico ou prejudicial à saúde, dependendo, principalmente, da concentração dos outros nutrientes na dieta do indivíduo. O objetivo deste estudo foi avaliar a biodisponibilidade dos minerais nas refeições onívora e vegetariana, servidas no Restaurante Universitário da Universidade de Brasília (RU), tendo como parâmetro as razões molares entre esses minerais e o fitato.

MÉTODOS

Amostras de pratos (refeições onívoras e vegetarianas), servidas no almoço, foram coletadas durante cinco dias consecutivos, no RU, em triplicata, totalizando 30 refeições (15 onívoras e 15 vegetarianas). Os pratos foram montados por um dos pesquisadores, simulando as variações de um mesmo indivíduo. Os alimentos presentes em cada refeição foram pesados separadamente, para posterior estimativa da composição em minerais. O cardápio de ambas as refeições era composto, basicamente, por arroz, feijão, salada (vegetal A e B), sendo a carne, presente na refeição onívora, substituída por preparações à base de soja ou glúten na refeição vegetariana.

Os alimentos contidos nos pratos foram homogeneizados para determinação do teor de fitato, segundo Latta & Eskin¹⁴. Para a extração foi dissolvido 1g de amostra em 20mL de HCl 2,4M, deixado sob agitação constante por uma hora, à temperatura ambiente, centrifugado por 10 minutos a 13.000rpm, sendo o sobrenadante diluído com água destilada (1:10). Em seguida,

10mL da amostra diluída foram aplicados em uma coluna aberta (15x1cm, 200-400 mesh, AG1-X8 - fase estacionária), previamente equilibrada com 25mL de NaCl 0,7 M. O fósforo inorgânico livre foi, então, eluído com 15mL de NaCl 0,1 M, seguido da eluição do fitato com 16mL de NaCl 0,7 M. Frações de 2mL foram coletadas e submetidas à análise colorimétrica para detecção do fitato [em 900µL da fração foi adicionado 300µL de reagente Wade (cloreto de ferro 0,03% + ácido sulfosalicílico 0,3%), centrifugação por 3 minutos a 13.000rpm, sendo a absorbância lida a 500nm. A concentração de fitato nas amostras foi determinada utilizando uma curva padrão, que variava de 5 a 45µg/mL de ácido fítico da marca SIGMA® ($y=0,0091x + 0,0219$; $R^2= 0,99$).

As concentrações de Ca, Fe e Zn das refeições foram estimadas a partir de tabelas de composição de alimentos^{15,16}.

Para a biodisponibilidade do Ca, Fe e Zn: foi utilizada a razão molar ácido fítico *versus* elemento (AF: Ca; AF: Fe e AF: Zn), para avaliar a biodisponibilidade desses minerais nas refeições, tendo como critério o valor crítico, descrito na literatura para essas razões¹¹⁻¹³.

Para verificar a normalidade das distribuições, a densidade energética e os teores de minerais e fitato dietéticos, foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov (programa computacional SPSS). A igualdade entre as médias desses valores, obtida nas duas dietas, onívoras e vegetarianas, foi verificada pelo teste Anova fator único¹⁷. Nas comparações entre os percentuais das Dietary References Intakes (DRIs) para as duas dietas e o sexo, foi empregada análise de variância fator múltiplo (Anova com correção de Bonferroni - programa Excel). O nível de significância estabelecido para todas as comparações foi de $p < 0,05$.

RESULTADOS

A refeição vegetariana apresentou densidade energética e concentrações de AF, Ca e Fe

maiores que a refeição onívora ($p=0,025$; $p=0,0002$; $p=0,0015$ e $p=0,0227$, respectivamente), enquanto que a refeição onívora forneceu maior concentração de Zn em relação à vegetariana ($p=0,0205$). As preparações à base de soja (refogada ou recheada com queijo) foram as que

mais contribuíram para o maior valor energético oferecido pelas refeições vegetarianas (Tabela 1).

Uma avaliação da representatividade dessas refeições em relação às *Dietary References Intakes* (DRIs)^{18,19} para homens e mulheres entre 19 e 30 anos, mostra que as refeições vegeta-

Tabela 1. Teor de ácido fítico (AF) e dos minerais Ca, Fe e Zn das refeições onívora e vegetariana, oferecidas pelo Restaurante Universitário da Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2001.

Refeições (n=30)	(100g)									
	Energia (Kcal)		AF (Mg)		Ca (Mg)		Fe (Mg)		Zn (Mg)	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
Onívora (n=15)	549,0	107,8 ^b	44,0	14,1 ^a	29,96	4,17 ^a	1,54	0,26 ^b	1,03	0,25 ^a
Vegetariana (n=15)	646,7	118,6 ^a	78,3	22,7 ^b	55,41	27,80 ^b	1,87	0,46 ^a	0,84	0,14 ^b

Os valores com letras diferentes, dentro da coluna, apresentaram diferenças significantes ($p<0,05$). M: média; DP: desvio-padrão.

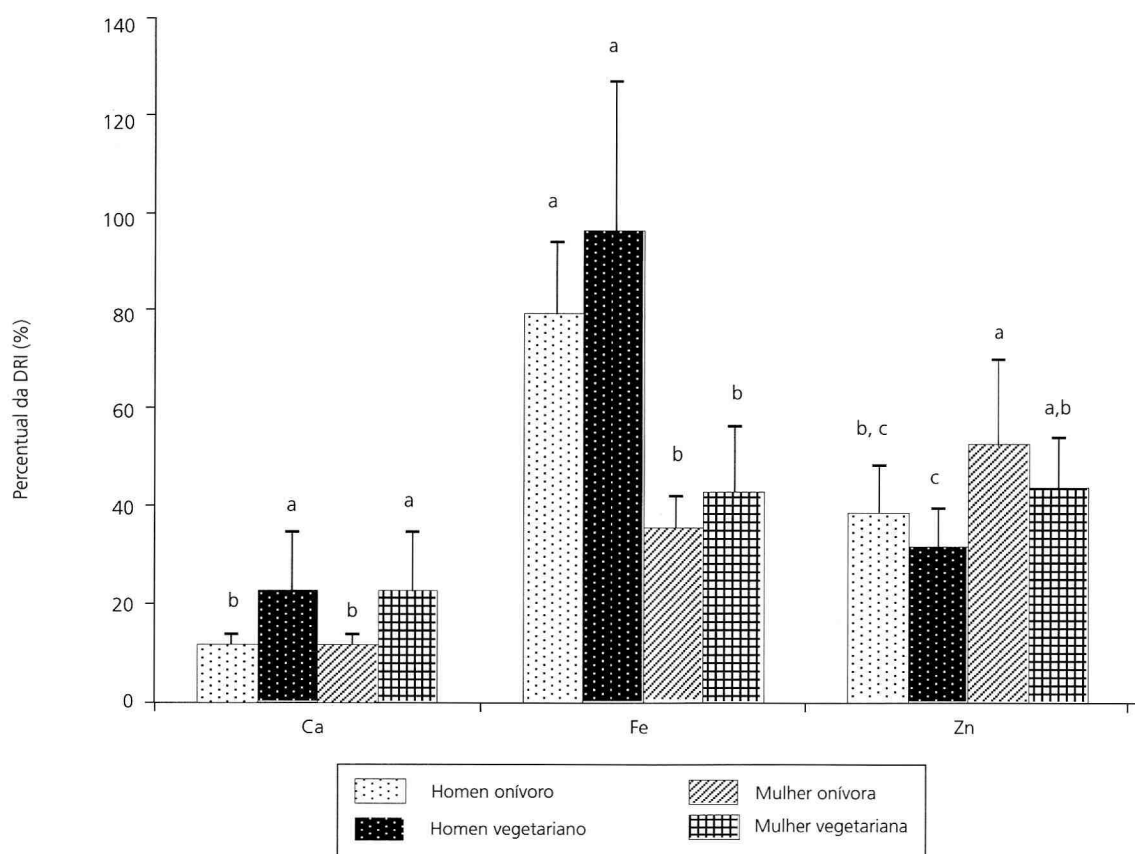


Figura 1. Percentagem de contribuição das refeições onívora e vegetariana em relação às DRI de Ca, Fe e Zn, para indivíduos entre 19 e 30 anos^{18,19}. Brasília, DF, 2001.

Letras diferentes entre colunas representam diferença significativa para $p<0,05$.

rianas e onívoras contribuem, em média, com mais de 30% dos valores da *Recommended Dietary Allowances* (RDA) para Fe e Zn, sendo que o ferro, nas duas refeições, corresponde a 75% do valor de referência para homens. Por outro lado, a ingestão de Ca na refeição vegetariana não atinge 25% da *Adequate Intake* (AI) para o Ca e, na refeição onívora, esse valor reduz-se significativamente ($p=0,0112$) para cerca de 12%, em ambos os sexos (Figura 1).

Neste estudo, as razões molares entre o ácido fítico e os minerais, encontradas nas duas refeições, foram inferiores aos respectivos valores críticos¹¹⁻¹³. A refeição onívora apresentou razões molares AF: Fe e AF: Zn inferiores às da refeição vegetariana, não havendo diferença significativa entre as razões molares AF: Ca das duas refeições (Tabela 2).

DISCUSSÃO

De acordo com as recomendações de necessidade energética média diária da Organização Mundial de Saúde²⁰, para indivíduos entre 18 e 30 anos, as refeições onívoras contribuiriam com 23% e 28% das recomendações, para homens e mulheres entre 70 e 60kg, respectivamente, enquanto as refeições vegetarianas com, aproximadamente, 27% e 33% das recomendações.

A alta concentração de fitato observada na refeição vegetariana deveu-se, principalmente, à presença de soja, em adição ao feijão, igualmente presente na refeição onívora. Esse fato, mais a presença esporádica de queijo, foram

responsáveis pelo aumento significativo de cálcio na refeição vegetariana, em relação à refeição onívora. A maior ingestão de Ca em indivíduos ou populações lactoovovegetarianas, em relação a não vegetarianas, tem sido amplamente descrita na literatura, no entanto, indivíduos vegans (vegetarianos estritos) obtêm suprimento limitado de Ca, devido à exclusão de alimentos fonte, como o leite e os derivados^{6,21}.

Neste estudo, apesar da maior concentração de fitato na refeição vegetariana, a razão molar AF: Ca desse grupo não foi diferente da do grupo onívoro, devido, principalmente, à presença de queijo e soja, fontes de Ca na refeição vegetariana. Considerando que ambas as razões molares AF:Ca, encontradas nas duas refeições, apresentaram valores bem inferiores ao valor crítico, as refeições onívoras e vegetarianas servidas no RU não devem apresentar risco de comprometimento da biodisponibilidade do Ca devido à presença do ácido fítico. Estes resultados estão de acordo com a literatura, uma vez que os trabalhos publicados têm demonstrado que não há diferenças significativas na densidade óssea de mulheres pós-menopausa onívoras e lactoovovegetarianas, sendo aceito apenas um maior risco de osteoporose e comprometimento do crescimento entre os vegans²².

O ferro presente nos alimentos de origem vegetal (ferro inorgânico) é menos biodisponível que o ferro hêmico, encontrado nos alimentos de origem animal²², o que sugeriria um possível comprometimento do estado nutricional em ferro nos indivíduos vegetarianos. No entanto, os estudos têm demonstrado resultados contraditórios

Tabela 2. Razões molares médias entre AF e os minerais Ca, Fe e Zn das refeições onívoras e vegetariana analisadas, servidas pelo restaurante universitário de Brasília, DF, 2001.

Refeição	AF: Ca ¹¹		AF: Fe ¹²		AF: Zn ¹³	
	M	DP	M	DP	M	DP
Onívora	0,09	0,02 ^a	2,47	0,85 ^b	4,86	2,06 ^b
Vegetariana	0,09	0,04 ^a	3,77	1,40 ^a	9,31	2,71 ^a
Valores críticos	>1,56 ¹		>14 ²		>15 ³	

Os valores com letras diferentes dentro da coluna apresentaram diferenças significantes ($p<0,025$). M: média; DP: desvio-padrão.

quanto à influência da forma em que o ferro se apresenta no alimento sobre o estado nutricional em ferro nos vegetarianos. Wilson & Ball³ constataram que, mesmo entre vegetarianos que tinham maior ingestão de Fe, comparados a onívoros, os níveis de ferritina sérica e concentração de hemoglobina eram significativamente menores. Porém, Hunt & Roughead²³ não observaram alteração nos níveis séricos de hemoglobina, saturação de transferrina, protoporfirina eritrocitária e ferritina, em indivíduos que consumiram dietas onívoras e lactoovovegetarianas, durante oito semanas. Nesse estudo foi observada uma redução da excreção fecal da ferritina entre os indivíduos com a dieta vegetariana, sugerindo uma adaptação fisiológica. Os autores acreditam que um aumento no tempo de acompanhamento dos indivíduos possa alterar esses resultados.

Haddad et al.²⁴ demonstraram que os vegetarianos possuem menor concentração de ferritina e hemoglobina, em relação aos onívoros, porém, não são deficientes em ferro, pois apresentam níveis de hemoglobina e ferritina sérica acima dos valores limítrofes. No presente estudo, embora a razão AF:Fe tenha sido significativamente maior na refeição vegetariana, esse valor não atingiu 30,0% do valor crítico. Este resultado sugere uma alta biodisponibilidade para o Fe em ambas as refeições. Contudo, considerando que na refeição vegetariana o Fe inorgânico seja a forma predominante e que na refeição onívora seja o ferro hêmico, espera-se que a biodisponibilidade do Fe na refeição vegetariana seja menor que na onívora. Este fato não deve comprometer o suprimento de ferro da refeição vegetariana, pelo menos para indivíduos do sexo masculino, uma vez que essa refeição, sozinha, oferece cerca de 95,5% do valor de referência diário para homens entre 19 e 30 anos. Para mulheres, isso pode representar um risco para deficiência, não devido à presença de fitato, mas à forma do Fe encontrada na refeição vegetariana.

A biodisponibilidade, tanto do cálcio e do ferro, quanto a do zinco é inversamente proporcional à sua razão molar AF:Elemento. Segundo

estimativas da *World Health Organization* (WHO), dietas com uma razão molar AF:Zn acima de 15 apresentam biodisponibilidade de zinco relativamente pobre (10% a 15%), aquelas com razão molar entre 5 e 15, apresentam média biodisponibilidade (30% a 35%), e aquelas com razão molar abaixo de 5, alta biodisponibilidade de zinco (45% a 55%)²⁵. Dados limitados sobre absorção de zinco da dieta total em humanos sugerem uma influência do fitato mais moderada, resultando em 26% a 33% de absorção desse mineral em dietas com razões molares de 14 e 5, respectivamente²⁶, e 29% de absorção em dietas com razão molar de 7²⁷. Estudo realizado com mulheres caucasianas australianas revelou que, embora o consumo médio de zinco no grupo de vegetarianas fosse significativamente menor que nas onívoras, as médias de concentrações de zinco sérico eram similares nos dois grupos¹. Alguns estudos têm sugerido um aumento da absorção do Zn em indivíduos com baixa ingestão ou deficiência desse mineral^{1,6}.

Freeland-Graves⁶ observou, em indivíduos não vegetarianos, submetidos a uma dieta lactoovovegetariana, por 22 dias, um aumento significativo na resposta ao teste de tolerância ao Zn plasmático, sugerindo uma adaptação na absorção de Zn proveniente de dietas ricas em fibra e fitato. Entretanto, no estudo realizado com vegetarianos australianos, Ball & Ackland¹ não observaram qualquer relação entre a ingestão de fibras e os níveis de Zn séricos.

Neste estudo, embora as razões molares AF:Zn tenham sido inferiores ao valor crítico 15³, em ambas as refeições, o valor encontrado na refeição vegetariana foi significativamente maior que na dieta onívora, devido ao maior teor de fitato e menor teor de zinco observado na dieta vegetariana em relação à onívora. Estes resultados sugerem que a refeição onívora apresenta maior biodisponibilidade de zinco em relação à vegetariana e, de acordo com a classificação da WHO²⁵, a refeição vegetariana apresentaria uma biodisponibilidade média para Zn, enquanto a onívora, uma alta biodisponibilidade. Levando em

conta que apenas cerca de 30% a 35% do zinco seja absorvido, em uma dieta de média biodisponibilidade, e cerca de 45% a 55% sejam absorvidos em uma dieta com alta biodisponibilidade²⁵, então a quantidade de zinco suprida nas duas refeições, seria reduzida a, no máximo, 29%, 21%, 15% e 11% do valor de referência para mulheres e homens onívoros e mulheres e homens vegetarianos, respectivamente. Considerando que as refeições foram coletadas no horário de almoço, e que devam representar cerca de 30% das recomendações diárias de nutrientes para os indivíduos, o risco de deficiência de zinco não deve ser descartado na dieta dos universitários que se alimentam diariamente de uma ou outra refeição no RU da Universidade de Brasília, sendo este risco maior para homens vegetarianos e menor para as mulheres onívoras.

A deficiência de zinco em dietas de regiões menos desenvolvidas no Brasil tem sido descrita na literatura²⁷. Tal deficiência está associada, principalmente, a déficit de crescimento, hipogonadismo, infertilidade, depressão do sistema imune, redução do paladar e do apetite²⁹, e afeta cerca de 2 bilhões de pessoas, predominantemente, crianças e gestantes nos países em desenvolvimento³⁰. O atraso no crescimento é uma das intercorrências clínicas mais estudadas, podendo ser parcialmente corrigido com a oferta maior de zinco dietético³¹.

Um estudo populacional, realizado com jovens do sexo masculino, avaliados durante o alistamento militar, na cidade de São Paulo, revelou que, embora a população apresentasse médias de altura inferiores aos jovens dos Estados Unidos da América e Holanda, havia uma tendência de aumento de estatura na população entre as décadas de 50 e 70. A partir desses resultados, os autores previram que, se mantidas aceleradas as taxas de mudança secular observadas entre as décadas de 50 e 70, os jovens paulistas recuperariam os déficits de altura entre uma a três décadas³¹. Porém, um estudo populacional mais recente, realizado na década de 90, ainda revelou um déficit de altura em 3,0% entre os jovens mais

ricos e 7,2% entre os mais pobres da Região Sudeste do Brasil, e para a população brasileira, esse valor foi de 11,4%³², contrariando as expectativas projetadas por França Junior et al³¹. Entre as crianças brasileiras, a realidade não é diferente, cerca 10,5% apresentavam déficit de altura³¹.

Considerando a presença de fitato, proveniente do feijão ou soja, e o reduzido teor de zinco nas duas dietas e, que o cardápio empregado no RU possa representar a dieta predominante do brasileiro, não seria a baixa biodisponibilidade de zinco na dieta nacional responsável pelo remanescente déficit de altura nos jovens brasileiros? A investigação da oferta de zinco na dieta do brasileiro, bem como a avaliação do estado nutricional em relação ao zinco devem ser estimuladas, para que se possa responder a essa pergunta.

Apesar da importância fisiológica do zinco na manutenção de vários processos no organismo humano, pouco se tem feito para combater a deficiência desse mineral no mundo. As políticas de fortificação são voltadas para a deficiência de ferro que, quando fornecido como suplemento ou na forma de alimento fortificado, compete com o pouco zinco dietético disponível²⁹. Os alimentos mais ricos em zinco são as carnes, os frutos do mar, raros na dieta da Região Centro-Oeste e no interior do País, e os cereais integrais, sendo que, nestes, cerca de 80% deste total é perdido no refinamento. A dieta à base de feijão com arroz, predominante no Brasil, é rica em fitato, inibidor da absorção de zinco e pobre em zinco³³. Dessa forma, a diversificação da dieta, com inclusão de alimentos fontes de zinco, é essencial para aumentar o aporte dietético desse mineral e diminuir a prevalência de sua deficiência no Brasil.

As limitações do presente estudo englobam o número de refeições avaliadas, a escassez das informações fornecidas pelas tabelas de composição de alimentos disponíveis, assim como a avaliação da biodisponibilidade de minerais por meio da razão molar. Devido às limitações das informações a respeito do teor de micronutrientes nas tabelas de composição de alimentos brasileiras,

foi utilizada uma tabela americana. Como as condições climáticas e do solo podem interferir no teor de micronutrientes dos alimentos, a tabela utilizada pode não refletir a realidade dos alimentos cultivados e consumidos no Brasil. Além disso, a razão molar entre AF:mineral não abrange características individuais, como o estado de saúde e nutricional do indivíduo, e outros fatores dietéticos, como interação entre micronutrientes e a presença de oxalatos, que podem interferir na biodisponibilidade de minerais, aumentando ou diminuindo sua absorção.

CONCLUSÃO

Devido ao teor de Ca e Fe nas refeições onívora e vegetariana analisadas, a presença de fitato parece não representar risco de deficiência desses minerais para indivíduos que se alimentam diariamente no Restaurante Universitário da Universidade de Brasília. Entretanto, o baixo teor de Zn, em ambas as refeições, almoço e jantar, juntamente com a presença do fitato, proveniente principalmente do feijão e da soja, podem representar um risco de deficiência de Zn, principalmente para homens vegetarianos.

Dada a presença constante do feijão na dieta nacional, o monitoramento dos teores de fitato e de minerais dietéticos deve ser estimulado, em busca do adequado balanço entre eles, visando a garantir o fornecimento adequado de minerais e otimizar os efeitos benéficos do fitato como hipoglicemiante, anticancerígeno e antioxidante e, portanto, a prevenção de doenças crônicas, como câncer, diabetes, acidentes cardiovasculares e doenças associadas ao estresse oxidativo. Em dietas com reduzido teor de minerais, o processamento dos alimentos, sobretudo com fermentação, capaz de reduzir o teor de fitato, deve ser empregado no preparo dos alimentos, visando a aumentar a biodisponibilidade dos minerais.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho teve o apoio financeiro da Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos (FINEP) e do Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (CNPq).

lógicos (FINEP) e do Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (CNPq).

COLABORADORES

E.M.A. SIQUEIRA coordenou o planejamento, análise estatística, a discussão dos dados e a redação final do artigo. J.F.R. MENDES colaborou na montagem dos pratos; pesagem, dosagem de fitato, estimativa da composição em minerais e densidade energética. S.F. ARRUDA participou na avaliação da adequação das dietas e discutiu os dados.

REFERÊNCIAS

1. Ball MJ, Ackland ML. Zinc intake and status in Australian vegetarians. *Br J Nutr.* 2000; 83(1): 27-33.
2. Leitzmann C. Vegetarian diets: what are the advantages? Elmadfa I, editor. *Diet diversification and health promotion.* Forum Nutr Basel. 2005; (57):147-56.
3. Wilson AK, Ball MJ. Nutrient intake and iron status of Australian male vegetarians. *Eur J Clin Nutr.* 1999; 53(3):189-94.
4. Nieman DC. Physical fitness and vegetarian diets: is there a relation? *Am J Clin Nutr.* 1999; 70(Suppl):570S-5S.
5. Draper A, Lewis J, Malhotra N, Wheeler E. The energy and nutrient intakes of different types of vegetarian: a case for supplements? *Br J Nutr.* 1993; 69(1):3-19.
6. Freeland-Graves J. Mineral adequacy of vegetarian diets. *Am J Clin Nutr.* 1988; 48(3Suppl):859-62.
7. Lonnerdal B, Bell JG, Hendrickx AG, Burns RA, Keen CL. Effect of phytate removal on zinc absorption from soy formula. *Am J Clin Nutr.* 1988; 48(5): 1301-6.
8. Pallauf J, Rimbach G. Nutritional significance of phytic acid and phytase. *Arch Anim Nutr.* 1997; 50(4):301-19.
9. Plaami S. Myoinositol phosphates: analysis, content in foods and effects in nutrition. *Lebenson Wiss U Technol.* 1997; 30(7):633-47.
10. Richard SE, Thompson LV. Interactions and biological effects of phytic acid. In: Shahidi F, editor. *Antinutrients and phytochemicals in food.* ACS symposium series, nr 662. Washington (DC): American Chemical Society; 1997. Chapter 17: 294-312.

11. Saha PR, Weaver CM, Manson AC. Mineral bioavailability in rats from intrinsically labeled whole wheat flour of various phytate levels. *J Agric Food Chem.* 1994; 42(11):2531-5.
12. Ellis R, Kelsay JL, Reynolds RD, Morris ER, Moser PB, Frazier CW. Phytate: zinc and phytate X calcium: zinc millimolar ratios in self-selected diets of americans, Asian Indians, and Nepalese. *J Am Diet Assoc.* 1987; 87(8):1043-7.
13. World Health Organization. Trace elements in human nutrition and health. Geneva; 1996.
14. Latta M, Eskin M. A simple and rapid colorimetric method for phytate determination. *J Agric Food Chem.* 1980; 28(6):1313-5.
15. Pinheiro ABV, Lacerda EMA, Benzecry EH, Gomes MCS, Costa VM. Tabela para avaliação de consumo alimentar em medidas caseiras. Rio de Janeiro: Metha; 1998.
16. United States Department of Agriculture, Food and Nutrition Information Center. Food Composition: Nutrient Data Laboratory [cited 2006 Apr 20]. Available from: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/>
17. Zar JH. Biostatistical analysis. New Jersey: Prentice Hall; 1999.
18. Food and Nutritional Board. Institute of Medicine. National Academy of Sciences. Dietary Reference Intakes (DRIs) for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D e fluoride: Recommended Intakes for individuals, 1997 [cited 2006 Apr 20]. Available from: <http://www.nap.edu>
19. Food and Nutritional Board. Institute of Medicine. National Academy of Sciences. Dietary Reference Intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, iodine, iron, manganese, molybdenum, vanadium and zinc: Recommended Intakes for individuals, 2001 [cited 2006 Apr 20]. Available from: <http://www.nap.edu>
20. Organização Mundial de Saúde. Junta do Conselho de Especialistas da FAO/WHO/ONU. Necessidades de energia e proteína. São Paulo: Roca; 1998. p.147-8.
21. Kelsay JL, Frazier CW, Prather ES, Canary JJ, Clark WM, Powell AS. Impact of variation in the carbohydrate intake on mineral utilization by vegetarians. *Am J Clin Nutr.* 1988; 48(3 Suppl): 875-9.
22. Weaver CM, Plawewski KL. Dietary calcium: adequacy of a vegetarian diet. *Am J Clin Nutr.* 1994; 59 (Suppl):1238S-41S.
23. Hunt JR, Roughead ZK. Nonheme-iron absorption, fecal ferritin excretion, and blood indexes of iron status in women consuming controlled lactoovovegetarian diets for 8 wk. *Am J Clin Nutr.* 1999; 69(5):944-52.
24. Haddad EH, Berk LS, Kettering JD, Hubbad RW, Peters WR. Dietary intake and biochemical, hematologic, and immune status of vegans compared with nonvegetarians. *Am J Clin Nutr.* 1999; 70(3 Suppl):586S-593S.
25. Hunt JR, Matthys LA, Johnson LK. Zinc absorption, mineral balance, and blood lipids in women consuming controlled lactoovovegetarian and omnivorous diets for 8 wk. *Am J Clin Nutr.* 1998; 67(3):421-30.
26. Knudsen E, Sandstrom B, Solgaard P. Zinc, copper and magnesium absorption from a fiber-rich diet. *J Trace Elem Med Biol.* 1996; 10(2):68-76.
27. Shrimpson R, França TS, Rocha YR, Golden MHN. Estudos sobre o estado nutricional em relação ao zinco na Amazônia. I níveis de zinco no soro e ingestão de zinco em operários de Manaus. *Acta Amazônica.* 1983; 13(1):773-94.
28. Torrejón CS, Castillo-Durán C, Hertrampf ED, Ruz M. Zinc and iron nutrition in chilean children fed fortified milk provided by the complementary national food program. *Nutrition.* 2004; 20(2): 177-80.
29. Prasad AS. Zinc deficiency. *BMJ.* 2003; 326(22): 409-10.
30. Ploysangam A, Falciglia GA, Brehm BJ. Effect of marginal zinc deficiency on human growth and development. *J Trop Ped.* 1997; 43(4):192-8.
31. França Júnior IF, Silva GR, Monteiro CA. Tendência secular da altura na idade adulta de crianças nascidas na idade de São Paulo entre 1950 e 1976. *Rev Saúde Pública.* 2000; 34(6 Supl):102-7.
32. Monteiro CA, Conde WL, Popkin BM. Is obesity replacing or adding to undernutrition? Evidence from different social classes in Brazil. *Public Health Nutr.* 2002; 5(1A):105-12.
33. Oliveira AC, Reis SMPM, Carvalho EM, Pimenta FMV, Rios KR, Paiva KC, et al. Adições crescentes de ácido fólico à dieta não interferiram na digestibilidade da caseína e no ganho de peso em ratos. *Rev Nutr.* 2003; 16(2):211-7.

Recebido em: 20/10/20005

Versão final reapresentada em: 28/2/2007

Aprovado em: 8/3/2007

Avaliação por métodos *in vitro* e *in vivo* da biodisponibilidade de sulfato ferroso microencapsulado

In vitro and in vivo evaluation of iron bioavailability from microencapsulated ferrous sulfate

Maria Lucia COCATO¹

Maria Inês RÉ²

Messias Alves TRINDADE NETO³

Helena Pontes CHIEBAO¹

Célia COLLI¹

RESUMO

Objetivo

Avaliar, por métodos *in vitro* e *in vivo*, a biodisponibilidade de uma nova forma de sulfato ferroso microencapsulado (genericamente denominado *Ferlim*), desenvolvido para a fortificação de alimentos, comparando-a com a de ferro eletrolítico (Fe^0).

Métodos

A avaliação da dialisabilidade *in vitro* utilizou como matriz leite em pó reconstituído. A avaliação *in vivo*, utilizando o método de recuperação de hemoglobina em leitões anêmicos, teve duração de 13 dias e os animais ($n=23$) foram agrupados de acordo com o produto do peso (kg) x hemoglobina (g/dL). Como controle foi utilizado $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Resultados

As porcentagens médias de ferro dialisado foram 2,2 (desvio-padrão=0,1)%, 3,4 (desvio-padrão=0,1)% e 3,6 (desvio-padrão=0,0)% para $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, *Ferlim* e Fe^0 , respectivamente ($p<0,05$). A absorção de ferro foi de 16,0 (desvio-padrão=3,1)% para o grupo controle, de 15,1 (desvio-padrão=3,8)% para o grupo *Ferlim* e de 12,8 (desvio-padrão=4,3)% para o grupo Fe^0 , não sendo significativamente diferentes ($p>0,05$). As porcentagens de absorção do valor biológico relativo do $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ foram de 94,2 (desvio-padrão=23,8)% para o grupo *Ferlim* e de 79,7 (desvio-padrão=26,6)% para o grupo Fe^0 , sem diferenças significantes ($p>0,05$). Em valores numéricos ($p>0,05$), o grupo Fe^0 apresentou menor média de absorção (%) valor biológico relativo de concentração de ferro total, de ferro heme e não-heme no fígado.

¹ Universidade de São Paulo, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, Laboratório de Metabolismo e Nutrição Mineral. Av. Prof. Lineu Prestes, 580, Bloco B, Cidade Universitária, 05508-900, São Paulo, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: C. COLLI.

² Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Centro de Tecnologia de Processos e Produtos. São Paulo, SP, Brasil.

³ Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Departamento de Nutrição e Produção Animal. Pirassununga, SP, Brasil.

Conclusão

A microencapsulação do sulfato ferroso com alginato mantém sua biodisponibilidade, caracterizando-se como boa alternativa para a fortificação de misturas sólidas.

Termos de indexação: biodisponibilidade; composição de medicamentos; ferro.

ABSTRACT

Objective

To evaluate, by in vitro and in vivo methods, the bioavailability of a new microencapsulated ferrous sulfate (Ferlim) developed for food fortification, and compare it with electrolytic iron (Fe^0).

Methods

In vitro dialyzability assessment used reconstituted milk powder as matrix. In vivo assessment using the hemoglobin regeneration method in anemic piglets lasted for 13 days and the animals ($n=23$) were grouped according to the product of weight (kg) x hemoglobin (g/dL). $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ was used as control.

Results

The percentages of dialyzed iron were 2.2 (standard deviation=0.1)%, 3.4 (standard deviation=0.1)% and 3.6 (standard deviation=0.0)% for $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, Ferlim and Fe^0 respectively ($p<0.05$). Iron absorption was 16.0 (standard deviation=3.1)% for the control group, 15.1 (standard deviation=3.8)% for the Ferlim group and 12.8 (standard deviation=4.3)% for the Fe^0 group; the differences were not significant ($p>0.05$). The absorption percentages of the relative biological value of $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ were 94.2 (standard deviation=23.8)% for the Ferlim group and 79.7 (standard deviation=26.6)% for the Fe^0 group; the differences were not significant ($p>0.05$). In numerical values ($p>0.05$), the Fe^0 group presented the lowest mean relative biological value absorption (%) and concentration of total iron, heme iron and non-heme iron in the liver.

Conclusion

Microencapsulation of ferrous sulfate with alginate retains its bioavailability therefore it is a good alternative for the fortification of solid mixtures.

Indexing terms: biological availability; drug compounding; iron.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, por meio da Resolução RDC 344, de 13 de dezembro de 2002, tornou obrigatória a fortificação das farinhas de trigo e de milho com ferro e ácido fólico¹, medida para combater a anemia por deficiência de ferro. Estudos conduzidos em crianças nos últimos 20 anos mostram que a prevalência de anemia em alguns estados brasileiros alcança índice de 70% na faixa etária de 6 a 12 meses de idade²⁻⁵.

A fortificação de alimentos com sais de ferro, uma das estratégias propostas pela Organização Mundial de Saúde no combate à anemia por deficiência deste mineral, tem como principais vantagens alcançar todos os segmentos da população e não requerer a cooperação do indivi-

duo⁶⁻⁸. Essa fortificação, entretanto, é mais difícil do que com outros micronutrientes, porque as formas de ferro com boa solubilidade, como FeSO_4 , são quimicamente reativas e provocam alterações organolépticas indesejáveis quando adicionadas aos alimentos⁷. Por outro lado, compostos de ferro inerte ou sais de ferro insolúveis, como ferro reduzido e fosfato ferroso, não produzem tais alterações, mas têm baixa absorção^{7,9-11}.

Dessa forma, a escolha do melhor composto de ferro a ser adicionado ao alimento é um passo essencial no programa de fortificação. Como principais características, o composto de ferro a ser utilizado deve possuir solubilidade elevada e, assim, boa biodisponibilidade, não diminuir o valor nutricional do veículo no qual foi adicionado e não alterar suas propriedades organolépticas^{12,13}. Um composto com todas essas características era

desconhecido até pouco tempo, porém com o advento do processo de microencapsulação de FeSO_4 , essa possibilidade tornou-se promissora. Na Argentina, um composto de ferro microencapsulado com lecitina de soja, SFE141[®], demonstrou elevada biodisponibilidade, tanto em testes *in vitro* como *in vivo*¹⁴⁻¹⁷.

O propósito deste estudo foi avaliar a biodisponibilidade de um novo composto de ferro revestido de uma camada de polissacarídeo natural, genericamente denominado *Ferlim*, desenvolvido no Brasil pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Governo do Estado de São Paulo (IPT)^{18,19}, para ser utilizado na fortificação de farinha de trigo²⁰.

Uma série de caracterizações físico-químicas mostrou que esse novo produto *Ferlim*, constituído de um núcleo sulfato ferroso revestido de uma camada de polissacarídeo natural extraído de algas marinhas, apresentou características físicas, como granulometria e densidade aparente, próximas às da farinha de trigo, requisitos importantes para a boa mistura e não segregação após a fortificação da mesma²⁰. Testes de dissolução em pH 4,5 no meio acetato de sódio também demonstraram que o composto possuía elevada solubilidade²¹, o que é importante para não modificar a boa biodisponibilidade do FeSO_4 .

Neste trabalho, o objetivo foi aprofundar a caracterização do composto *Ferlim*, determinando sua biodisponibilidade pela dialisabilidade *in vitro* e pela recuperação de hemoglobina em leitões anêmicos, comparando-o com o sulfato ferroso não encapsulado e com o Fe^0 . A utilização de leitões no ensaio *in vivo* tem como vantagem oferecer condições fisiológicas muito próximas às encontradas em humanos. Suínos e seres humanos são onívoros e seu trato gastrintestinal tem similaridades anatômicas e fisiológicas²², como é o caso do pH gástrico e da atividade das enzimas digestivas, principalmente no primeiro estágio de vida^{23,24}.

Os resultados da avaliação *in vitro* permitem o exame pontual de um alimento ou dieta. Já a avaliação *in vivo* representa um estudo ao longo do tempo, em um grupo anêmico, de modo que elas se complementam.

MÉTODOS

Os compostos de ferro utilizados foram ferro microencapsulado, denominado genericamente *Ferlim*, preparado pelo Laboratório de Tecnologia de Partículas do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT)^{18,19}, sulfato ferroso heptahidratado e Fe^0 , ambos fornecidos pela empresa Fermavi Eletroquímica S/A. O Fe^0 utilizado caracteriza-se pela seguinte granulometria: 0-10 μm (20%), 11-20 μm (30%) e 21-40 μm (40%).

Ensaio biológico

Dieta: A ração de depleção para suínos em crescimento, à base de milho e leite em pó desnatado, foi preparada segundo a *National Research Council*²⁵ (Tabela 1). Por se tratar de ração à qual não foi adicionada a fonte de ferro, os ingredientes foram previamente analisados para determinar o conteúdo em ferro e evitar o uso de matérias-primas contaminadas com o mineral. Foram formuladas 3 rações de repleção, tendo como base a mesma ração utilizada no período de depleção. O grupo-padrão teve $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ como fonte de ferro e, para os grupos experimentais, as fontes de ferro foram *Ferlim* (Grupo *Ferlim*) e ferro eletrolítico (Grupo Fe^0). As rações dos grupos experimentais foram formuladas para conter 150mg Fe/kg (Tabela 2) e continham 17% de proteína e 3% de gordura em base úmida.

Animais: Foram utilizados 37 leitões de linhagem geneticamente definida, machos castrados e fêmeas, recém-desmamados, mestiços, com 21 dias de idade, pesando, em média, 7,2, DP=1,4kg, provenientes da Granja Kager da cidade de Holambra, SP. O experimento foi conduzido no Instituto de Zootecnia de Nova Odessa - APTA -SAA-SP. Ao nascimento, os leitões receberam injeção intramuscular de ferro-dextrano (60mg ao invés dos 200mg normalmente aplicados em leitões recém-nascidos). Na primeira fase do ensaio (fase de depleção), os leitões foram alojados três a três em gaiolas de aço inoxidável,

sob temperatura controlada (~25°C), e tiveram livre acesso a ração sem fonte de ferro e água. No sétimo dia, coletou-se o sangue dos animais para a determinação da hemoglobina. Uma vez constatada a anemia [concentração média de hemoglobina de 6,6 (1,1) g.L⁻¹], iniciou-se a segunda fase do ensaio (fase de repleção). O protocolo experimental foi aprovado pela Comissão de Ética em Experimentação Animal da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, SP - em concordância com os princípios em pesquisa animal adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA).

Tabela 1. Composição centesimal das rações de depleção e repleção²⁵.

Ingredientes	%
Milho	58,11
Leite em pó desnatado	40,10
Cloreto de colina	0,08
Fosfato bicálcico	0,49
Carbonato de cálcio	0,42
Sal	0,20
L-triptofano	0,02
L-lisina	0,07
Pré-Mix vitamínico*	0,50
<i>Minerais** (g)</i>	
ZnO	13,70
CuSO ₄ .5H ₂ O	2,40
MnSO ₄ .H ₂ O	1,20
<i>Composição calculada</i>	
Energia metabolizável (kcal/kg)	3382,00
Proteína bruta (%)	18,13
Cálcio (%)	0,80
Fósforo total (%)	0,65
Fósforo disponível (%)	0,51
Lisina digestível (%)	1,19
Metionina+cistina digestível (%)	0,73
Triptofano digestível (%)	0,22
Treonina digestível (%)	0,76

* Pré-Mix vitamínico (Composição/kg do produto): Vitamina A (2.000.000UI); Vitamina D₃ (500.000UI); Vitamina E (2.500mg); Vitamina K₃ (125mg); Vitamina B₁ (375mg); Vitamina B₂ (1.250mg); Vitamina B₆ (500mg); Vitamina B₁₂ (5.000mg); Niacina (6.250mg); **Ferro: Grupo-padrão: adição de FeSO₄.7H₂O; Grupos experimentais: Grupo Ferlim: adição de Ferlim e Grupo Fe⁰: adição de ferro eletrolítico. Todas as rações foram formuladas para conter 150mg Fe/kg de ração.

Tabela 2. Concentração de ferro nas rações de repleção de leitões anêmicos. Média, desvio-padrão e coeficiente de variação (%). Determinações em triplicata.

Grupo	n	Fonte de Ferro	mgFe/kg	C.V.%
Controle	5	FeSO ₄ .7H ₂ O	141,4 (38,3) ^a	27
Ferlim	5	FeSO ₄ microencapsulado	150,5 (6,1) ^a	4
Fe ⁰	5	Fe reduzido eletroliticamente	143,5 (11,4) ^a	8

Sobrescritos diferentes correspondem a resultados significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Repleção de hemoglobina: Os animais anêmicos foram agrupados aleatoriamente em 3 grupos com base no *pool* de ferro dos animais, obtido pelo produto peso (kg) x Hb (g/L), e receberam rações com diferentes fontes de ferro ou concentração por 13 dias. Durante esse período, o consumo de ração foi medido diariamente. Pesagem e determinação da hemoglobina foram efetuadas nos dias 0, 6 e 13. Rações e água foram oferecidas *ad libitum*. O cálculo do *pool* de ferro para leitões foi feito segundo a equação (1)^{26,27}. Assumiu-se um volume de sangue igual a 6% do peso corporal do animal.

$$\text{Pool de Fe (mg)} = P \text{ (kg)} \times \text{Hb (g/L)} \times 0,06 \text{ (L/kg)} \times 3,35 \text{ (mgFe/gHb)} \quad (1)$$

O cálculo da biodisponibilidade de ferro (% ABS) foi feito a partir da variação do *pool* de ferro (*pool* final - *pool* inicial) e do ferro ingerido pelos animais, para cada fonte de ferro testada (Equação 2).

$$\% \text{ ABS} = \frac{\text{Pool de ferro final (mg)} - \text{Pool de ferro inicial (mg)}}{\text{Fe total ingerido (mg)}} \quad (2)$$

Valor Biológico Relativo (RBV): O Valor Biológico Relativo ao FeSO₄.7H₂O foi calculado como a porcentagem do ferro absorvido relativa à absorção do ferro da dieta controle contendo sulfato ferroso (equação 3).

$$\text{RBV} = 100 \left(\frac{\% \text{ Fe ABS do grupo experimental}}{\% \text{ Fe ABS do grupo padrão}} \right) \quad (3)$$

Determinação do ferro dialisável: O ferro dialisável foi determinado em leite em pó reconstituído, de acordo com o método proposto por Miller²⁸. Os compostos foram adicionados ao

leite reconstituído (16mgFe/L) e , após acidificação com HCl até pH 2 (Merck® p.a.), alíquotas de 20g em triplicata foram submetidas à digestão com pepsina suína (Sigma®). Em seguida, foram adicionados tubos de diálise (Spectra/Por® Membrane com largura do poro de 6-8µm) contendo solução de NaHCO₃ (Merck® p.a.) para alcalinização do meio. Ao término dessa digestão, a amostra foi submetida a uma segunda digestão com uma solução de pancreatina-bile suína (Sigma®). Após o último período de digestão, os segmentos de tubos de diálise foram lavados e seu conteúdo, contendo o ferro dialisado, foi diluído para 25mL com água deionizada. O ferro dialisável (%FeD) foi expresso em porcentagem do Fe total presente na amostra (Tabela 3), de acordo com a equação (4):

$$\%FeD_{dialisavel} = \frac{100 \times \mu g \text{ Fe/mL dialisado} \times mL \text{ dialisado}}{\mu g \text{ Fe/ g amostra} \times 20 \text{ g}} \quad (4)$$

Concentração de ferro nas rações: A concentração de ferro nas amostras foi determinada, após digestão das amostras com HNO₃:HClO₄ (5:1), pelo método de Espectrofotometria de Absorção Atômica (EAA), segundo as normas da AOAC²⁹ (Tabela 2). Uma curva padrão de ferro foi preparada com padrão de Cloreto Férrico (9972 Titrisol - Merck®) contendo 1.000mg de Fe/L diluído em água deionizada no intervalo de 0,3 a 5,0µg Fe/mL. A absorbância das soluções foi determinada em EAA Hitachi Z5000, com lâmpada de catodo oco, calibrado nas seguintes condições: região ultravioleta, comprimento de onda 248,3nm, fenda 0,2nm e chama oxidante de ar/acetileno.

Ferro total no fígado: Ao término do ensaio, os animais, após insensibilização elétrica, foram sacrificados para retirada do fígado. Cada fígado foi acondicionado em saco plástico identificado com etiqueta e congelado a - 20°C até o momento da análise. Os fígados foram descongelados à temperatura ambiente para a determinação do ferro total. Aproximadamente 1g de cada fígado, retirado do 4º quadrante do lobo direito, foi digerido com HNO₃ (Merck® p.a.). A concentração de ferro nas amostras foi determinada pelo

método de Espectrofotometria de Absorção Atômica (EAA), segundo as normas da AOAC²⁹.

Ferro heme no fígado: A determinação do ferro heme no fígado foi feita após extração da hematina com acetona, seguindo o procedimento descrito por Hornsey³⁰ para análise de pigmentos totais. Utilizou-se hemoglobina bovina liofilizada H-2500 (Sigma®) como padrão de referência secundário. A extração de pigmentos totais foi realizada adicionando-se às amostras 40mL de acetona (Merck® p.a.), 1mL de solução de L-cisteína 1%, 1mL de ácido clorídrico concentrado (Merck® p.a.) e água suficiente para atingir um volume de 50mL, considerando-se a umidade da amostra. O extrato foi filtrado e a leitura foi feita em espectrofotômetro HITACHI® (Mod. U-34410), em comprimento de onda de 640nm. A absorbância encontrada foi multiplicada pelo fator 6800, obtido a partir do coeficiente de extinção molar da hematina e das diluições feitas pelo coeficiente de extinção molar, e dividido pelo peso da amostra, obtendo-se a concentração de hematina em µg/g de amostra. A concentração de ferro heme foi calculada considerando-se que a hematina possui 8,82% de ferro³⁰.

Ferro não-heme no fígado: O ferro não-heme do fígado foi calculado subtraindo-se o ferro heme do ferro total. Este corresponde ao ferro de reserva (ferritina).

Análise estatística: Para verificar a existência de diferenças estatisticamente significantes entre os grupos utilizou-se a Análise de Variância (ANOVA). Para avaliar diferenças significantes na concentração de ferro das rações, utilizou-se o método das Comparações Múltiplas de Tamhane. Nas duas avaliações, o nível de significância estabelecido foi de 5%. O programa utilizado foi SPSS for Windows version 11.5.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A microencapsulação de sulfato ferroso desenvolvida pelo Laboratório de Tecnologia de Partículas do IPT, em parceria com o Laboratório

Tabela 3. Porcentagem de ferro dialisado (%FeD) em leite em pó reconstituído (16mg Fe/L). Média e desvio-padrão (n=3).

Composto	% FeD
FeSO ₄ ·7H ₂ O	2,2 (0,1) ^a
Ferlim ¹	3,4 (0,1) ^b
Fe ⁰ ²	3,6 (0,0) ^b

Sobrescritos diferentes correspondem a resultados significativamente diferentes ($p < 0,05$); ¹Ferlim: Sulfato ferroso microencapsulado; ²Ferro eletroliticamente reduzido.

de Nutrição do Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da FCF/USP/SP, teve como objetivo produzir um composto que não interagisse com o meio ao qual foi adicionado, mas que fosse biodisponível. Dentre várias formulações desenvolvidas e testadas, selecionou-se o composto microencapsulado denominado *Ferlim*, que apresentou 3,4, DP=0,1% de ferro dialisado, enquanto o FeSO₄ apresentou 2,2, DP=0,1%. Para o Fe⁰, a porcentagem de diálise foi de 3,6, DP=0,0% (Tabela 3). O menor valor obtido para o FeSO₄ não encapsulado, provavelmente, ocorreu pela oxidação desse composto, o que mostra a importância da sua microencapsulação. Com relação ao Fe⁰, a porcentagem de 3,6% de diálise

é coerente com a característica das partículas utilizadas, já que 98% das mesmas tinham tamanho inferior a 40µm. No pH 2 a que a amostra é submetida na simulação da digestão gástrica, a maior parte já é oxidada a Fe²⁺, tornando-se altamente solúvel e, portanto, com boa dialisabilidade. Vale lembrar que o ensaio *in vitro*, por ser realizado em uma dieta pontual e por não sofrer a influência de fatores fisiológicos que podem afetar a biodisponibilidade do ferro, prediz a tendência mas não a magnitude da resposta absorptiva observada *in vivo*.

A biodisponibilidade dos compostos de ferro avaliada neste ensaio, expressa pelas porcentagens de absorção e de absorção relativa ao FeSO₄·7H₂O, não foi diferente ($p > 0,05$). A biodisponibilidade do *Ferlim* foi de 15,0% e a do Fe⁰ de 12,8% (Tabela 4). Segundo Monsen³¹, quando os estoques de ferro corporal estão depletados, são esperados valores de absorção entre 10,0% e 20,0% em refeições com média e elevada biodisponibilidade de ferro, respectivamente. Dessa forma, os resultados de absorção acima descritos indicam que os dois compostos testados apresentaram biodisponibilidade equivalente àquela obtida com refeições com média biodisponibilidade de ferro.

Tabela 4. Parâmetros de recuperação de hemoglobina em leitões anêmicos, alimentados por 13 dias com rações com diferentes compostos de ferro. Média e desvio-padrão.

Parâmetros biológicos	Dia	¹ Controle (n=7)		² Ferlim (n=8)		³ Fe ⁰ (n=8)	
		M	DP	M	DP	M	DP
Peso (kg)	0	8,1	1,2 ^a	6,3	1,5 ^a	6,7	1,4 ^a
	6	10,0	1,6 ^b	8,2	1,9 ^b	8,5	2,1 ^b
	13	11,6	1,7 ^c	10,7	2,3 ^c	10,9	3,3 ^c
Hemoglobina (g/L)	0	60,3	10,7 ^a	72,5	12,8 ^a	69,0	13,5 ^a
	6	81,1	12,2 ^b	82,4	13,6 ^b	81,6	12,0 ^b
	13	100,9	10,0 ^c	96,8	8,2 ^c	93,9	13,8 ^c
Fe POOL (mg)	0	99,1	23,3 ^a	91,2	22,7 ^a	91,7	23,4 ^a
	6	165,2	44,3 ^b	137,1	43,0 ^b	139,4	44,5 ^b
	13	236,9	49,7 ^c	212,1	74,6 ^c	209,0	78,3 ^c
Fe ingerido (mg)	13	861,8	159,4 ^a	783,9	249,8 ^a	848,5	356,9 ^a
Absorção (%)		16,0	3,1 ^a	15,1	3,8 ^a	12,8	4,3 ^a
Absorção Relativa (%)				94,2	23,8 ^a	79,7	26,6 ^a

^{a,b,c} Sobrescritos diferentes na mesma linha correspondem a resultados significativamente diferentes ($p < 0,05$); ¹Controle (ração fortificada com FeSO₄·7H₂O na concentração de 141,4mgFe/kg ração); ²Ferlim (ração fortificada com FeSO₄ microencapsulado com alginato na concentração de 150,5mgFe/kg ração); ³Fe⁰ (ração fortificada com ferro eletrolítico na concentração de 143,5mgFe/kg ração).

O valor biológico relativo (RBV) para o grupo *Ferlim* foi de 94,2%, o que denota a similaridade entre este e o FeSO_4 não encapsulado. No caso do grupo Fe^0 , a RBV foi de 79,7%, resultado semelhante aos obtidos por Forbes et al.¹⁰, tanto pelo método da AOAC modificado como pelo método da eficiência de regeneração da hemoglobina (HRE) em ratos anêmicos, utilizando rações à base de caseína. Apesar de não diferirem estatisticamente, há uma clara tendência de o grupo Fe^0 apresentar menor RBV. Deve-se salientar que, para ser absorvido, o Fe^0 deve ser, primeiramente, oxidado a Fe^{+2} ou Fe^{+3} , o que ocorre no pH ácido do estômago e como foi observado no método *in vitro*. Entretanto, segundo Moughan²⁴, em leitões com quatro semanas de vida, como os utilizados neste ensaio, o pH gástrico, como em bebês humanos, é em torno de 5,0 o que pode ter levado à menor oxidação do Fe^0 , explicando a tendência à menor porcentagem de absorção observada.

A microencapsulação de sulfato ferroso já havia se mostrado como boa alternativa para proteger os alimentos de alterações organolépticas indesejáveis e proteção do sulfato ferroso à oxidação. Diversos trabalhos realizados com o composto de ferro microencapsulado com lecitina de soja, SFE-171®, já comprovavam a microencapsulação do sulfato ferroso como importante alternativa para a utilização do mesmo. Os resultados de absorção e de absorção relativa obtidos neste ensaio corroboram os obtidos com o SFE-171®¹⁴⁻¹⁷. Uma constatação interessante foi que o *Ferlim* distribuiu-se muito homogeneamente na ração, o que resultou em um coeficiente de variação de 4% na análise de ferro total, contras-

tando com os de 27% do $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ e 8% do Fe^0 (Tabela 2). Esse dado deve ser considerado quando se pensar, por exemplo, na fortificação de farinhas ou mesmo na produção de rações para animais.

No fígado (Tabela 5), um compartimento de reserva corporal de ferro, não houve diferença entre todos os grupos experimentais quanto ao peso do órgão, ferro total, ferro heme e ferro não-heme ($p > 0,05$). Todavia, houve uma clara tendência a menor concentração de ferro heme [10,5 (2,5) $\mu\text{g/g}$] e ferro não-heme [28,6(22,3) $\mu\text{g/g}$] no fígado dos leitões que receberam rações fortificadas com Fe^0 . Para o grupo *Ferlim* estas concentrações foram 12,8(2,3) $\mu\text{g/g}$ e 46,0(29,9) $\mu\text{g/g}$, respectivamente, indicando a menor biodisponibilidade do Fe^0 .

Sabe-se que o ferro não-heme no fígado está na forma de ferritina e hemossiderina e que estes representam, aproximadamente, 80% do ferro total do órgão³². Os resultados do presente trabalho confirmam estes dados. A análise de ferro no fígado demonstrou que, do ferro total, 78% (*Ferlim*) e 73% (Fe^0) estavam na forma de ferro não-heme. Entretanto, cabe salientar que o grupo que recebeu *Ferlim* apresentou tendência, não significativa ($p > 0,05$), à maior concentração de ferro não-heme no fígado (similar ao observado para os grupos que receberam $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), do que o grupo que recebeu Fe^0 . Este resultado torna-se de grande importância, considerando que a fortificação de alimentos com sais de ferro é indicada para as populações com elevada prevalência de anemia por deficiência de ferro. Dessa forma, compostos que, além de elevar a concentração sanguínea de hemoglobina, também elevem os estoques de ferro corporal, como o *Ferlim*,

Tabela 5. Peso do fígado e concentração de ferro heme e ferro não-heme no fígado dos leitões.

Grupo	n	Peso fígado (g)		Ferro total ($\mu\text{g/g}$)		Ferro heme ($\mu\text{g/g}$)		Ferro não-heme ($\mu\text{g/g}$)	
		M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
Controle	7	263,4	50,0 ^a	67,4	18,1 ^b	15,4	5,3 ^c	53,7	22,0 ^d
<i>Ferlim</i>	8	236,4	53,3 ^a	58,8	30,9 ^b	12,8	2,3 ^c	46,0	29,9 ^d
Fe^0	8	252,5	76,3 ^a	39,2	23,2	10,5	2,5 ^c	28,6	22,3 ^d

^{a,b,c,d} Sobrescritos diferentes na mesma coluna correspondem a resultados significativamente diferentes ($p < 0,05$).

podem contribuir para a manutenção dos níveis adequados de hemoglobina por um maior período de tempo.

Os resultados obtidos demonstraram que a microencapsulação de sulfato ferroso (*Ferlim*) não diminuiu a biodisponibilidade do FeSO_4 . Testes prévios de dissolução *in vitro* mostraram que sulfato ferroso microencapsulado possui elevada solubilidade, rapidamente liberando o sulfato ferroso²¹. Por outro lado, vale salientar que os valores médios de porcentagem de absorção, de RBV, de concentrações de ferro total e ferro não-heme no fígado dos leitões, foram menores no grupo que recebeu Fe^0 . Essa tendência, não confirmada estatisticamente, em função da grande dispersão dos resultados intragrupos, merece ser reavaliada, aumentando-se o número de animais por grupo.

CONCLUSÃO

O objetivo da microencapsulação é proteger o sulfato ferroso de oxidação processo que, além de diminuir sua biodisponibilidade, provoca alterações organolépticas indesejáveis nos alimentos. Os resultados obtidos neste trabalho demonstraram que a microencapsulação do sulfato ferroso não alterou a sua biodisponibilidade, apontando a utilização dessa nova forma microencapsulada de sulfato ferroso (*Ferlim*) como alternativa tecnológica para viabilizar a utilização do mesmo na fortificação de alimentos desidratados.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da Bolsa de Mestrado (processo nº 130.548/2002-2) e à empresa Fermavi Eletroquímica Ltda, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

1. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n.344, de 13 de dezembro de

2002. Legislação Específica por Área de Assunto. Regulamentos técnicos por assunto: F. Farinha de trigo e/ou milho fortificadas com ferro [acesso em 22 out 2003]. Disponível em: <http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=1679>
2. Salzano AC, Torres MAA, Batista Filho M, Romani SAM. Anemia em crianças de dois serviços de saúde de Recife, PE (Brasil). Rev Saúde Pública. 1985; 19(6):499-507.
3. Cardoso MA, Ferreira MV, Camargo LMA, Szarfarc S. Anemia em população de área endêmica de malária, Rondônia (Brasil). Rev Saúde Pública. 1992; 26(3):161-6.
4. Soares NT, Guimarães ARP, Sampaio HAC, Almeida PC, Coelho RR. Estado nutricional de lactentes em áreas periféricas de Fortaleza. Rev Nutr. 2000; 13(2):99-106.
5. Alberico APM, Veiga GV, Baiao MR, Santos MMAS, Souza SB, Szarfarc SC. Iron deficiency anaemia in infants attended at municipal primary health care centres in Rio de Janeiro - Brazil. Nutr Food Sci. 2003; 33(2):50-5.
6. Björn-Rasmussen E, Hallberg L, Rossander L. Absorption of fortification iron. Br J Nutr. 1977; 37(3):375-88.
7. Cook JD, Reusser ME. Iron fortification: an update. Am J Clin Nutr. 1983; 38(4):648-59.
8. Yip R. Prevention and control of iron deficiency: policy and strategy issues. J Nutr. 2002; 132: 802S-5S.
9. Waddell J. Bioavailability of iron sources. Food Prod Dev. 1974; 8(2):80-6.
10. Forbes AL, Adams CE, Arnaud MJ, Chichester CO, Cook JD, Harrison BN, et al. Comparison of *in vitro*, animal, and clinical determinations of iron bioavailability: International Nutritional. Anemia Consultative Group Task Force report on iron bioavailability. Am J Clin Nutr. 1989; 49(2): 225-38.
11. Jackson LS, Lee K. Microencapsulated iron for food fortification. J Food Sci. 1991; 4:1047-51.
12. Lee K, Clydesdale FM. Iron sources in food fortification and their changes due to food processing. Crit Rev Food Sci Nutr. 1978; 11(2): 117-53.
13. Boccio JR, Zubillaga MB, Caro RA, Gotelli CA, Gotelli MJ, Weill R. A new procedure to fortify fluid milk and dairy products with high bioavailable ferrous sulfate. Nutr Rev. 1997; 55(6):240-6.
14. Gotelli CA, Gotelli MJ, Boccio JR, Zubillaga MB, Caro RA, Garcia Del Rio H, et al. Bioavailability of microencapsulated ferrous sulfate in fluid milk studies in human beings. Acta Physiol Pharmacol Ther Latinoam. 1996; 46(4):239-45.

15. Zubillaga MB, Caro RA, Boccio JR, Gotelli CA, Gotelli MJ, Weill R. New procedure to fortify fluid milk with iron: metabolic and biochemical study in rats. *Nutr Res.* 1996; 16(1):131-7.
16. Boccio JR, Zubillaga MB, Caro RA, Gotelli CA, Gotelli MJ, Weill R. Bioavailability and stability of microencapsulated ferrous sulfate in fluid milk: studies in mice. *J Nutr Sci Vitaminol.* 1996; 42(3): 233-9.
17. Lysionek AE, Zubillaga MB, Salgueiro MJ, Pineiro A, Caro RA, Weill, et al. Bioavailability of microencapsulated ferrous sulfate in powdered milk produced from fortified fluid milk: a prophylactic study in rats. *Nutrition.* 2002; 18(3): 279-81.
18. Ré MI, Fernandes FC. Produto à base de sulfato ferroso para fortificação de alimentos desidratados e método de preparação. Brasil patente. PI 005819. 24 nov 2003.
19. Ré MI, Fernandes FC. A ferrous sulphate-based product to be used for fortifying dehydrated food stuff and method for the preparation thereof'. Brasil patente. PCT/BR2004/000231. 23 nov 2004.
20. Ré MI, Fernandes FC. Produto à base de sulfato ferroso para fortificação de alimentos desidratados e método de preparação. Brasil patente. PI 0305871-9.
21. Ré MI. Desenvolvimento de micropartículas de sulfato ferroso modificadas para uso em estudo clínico de combate à anemia ferropriva em pré-escolares. Relatório técnico. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas da Universidade de São Paulo. Fapesp; 2003. Processo n.67459.
22. Perks SM, Miller DD. Adding ascorbic acid to iron-fortified cow's milk does not enhance iron bioavailability to piglets. *Nutr Res.* 1996; 16: 969-75.
23. Miller ER, Ullrey DE. The pig as a model for human nutrition. *Ann Rev Nutr.* 1987; 7:361-82.
24. Moughan PJ, Birtles MJ, Cranwell PD, Smith WC, Pedraza M. The piglet as a model animal for studying aspects of digestion and absorption in milk-fed human infants. *World Rev Nutr Diet.* 1992; 67:40-113.
25. National Research Council. In: Nutrient requirements of swine: subcommittee on swine nutrition. 10th ed. Washington (DC): National Academy Press; 1998.
26. Miller J. Assessment of dietary iron availability by rat hemoglobin repletion assay. *Nutr Rep Int.* 1982; 26(6):993-1005.
27. South PK, Lei X, Miller DD. Meat enhances nonheme iron absorption in pigs. *Nutr Res.* 2000; 20(12):1749-59.
28. Miller DD, Schrick RR, Rasmussen RR, Van Campen D. An *in vitro* method for estimation of iron availability from meals. *Am J Clin Nutr.* 1981; 34:2248-56.
29. Association Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 13th ed. Arlington (VA): AOAC; 1985. p.505.
30. Hornsey HC. Estimation of the nitric oxid-haem pigments. *J Sci Food Agric.* 1956; 7:534-40.
31. Monsen ER, Hallberg L, Layrisse M, Hegsted M, Cook JD, Mertz W, et al. Estimation of available dietary iron. *Am J Clin Nutr.* 1978; 31:134-141.
32. Hazell T. Mineral in foods: dietary sources, chemical forms, interaction, bioavailability. *World Rev Nutr Diet.* 1992; 67:40-113.

Recebido em: 25/8/2006

Versão final reapresentada em: 21/11/2006

Aprovado em: 11/12/2006

Efeito da adição dietética de milho de alta qualidade protéica em camundongos

Effect of adding high-quality protein maize to the diet of mice

Aline Castro SILVA¹
Ricardo Ferreira MURADAS¹
Éder Galinari FERREIRA¹
Déborah Kristina BRAGA¹
Flávia Márcia OLIVEIRA¹
Alexandre Sylvio Vieira da COSTA¹

RESUMO

Objetivo

O objetivo do estudo consistiu em avaliar os efeitos da adição de milho *quality protein maize* BR473 sobre aspectos bioquímicos e fisiológicos.

Métodos

Camundongos *Swiss*, fêmeas, 6-7 semanas, foram alimentados com rações comerciais, rações comerciais com milho híbrido (1:1), rações comerciais com milho de alta qualidade protéica (1:1). Foram avaliados, durante 3 meses, o consumo de ração, o ganho de peso e de tecido adiposo retroperitoneal e os valores plasmáticos de proteínas, triglicerídeos, colesterol e glicose.

Resultados

A adição dietética de milho *quality protein maize* BR473 reduziu o consumo alimentar e o tecido adiposo retroperitoneal, porém manteve a glicemia e trigliceridemia em relação à adição de milho híbrido na ração comercial.

Conclusão

A melhor eficiência alimentar e os impactos sobre os parâmetros bioquímicos do sangue sugerem o potencial do uso do milho *quality protein maize* BR473 como um importante complemento para garantir a segurança alimentar e nutricional.

Termos de indexação: consumo de alimentos; glicose; milho; triglicerídeos.

ABSTRACT

Objective

The aim of this work was to evaluate the biochemical and physiological effects of adding quality protein maize BR473 to the diet of mice.

¹ Centro Universitário do Leste de Minas Gerais, Departamento das Ciências da Saúde. R. Bárbara Heliodora, 725, Bom Retiro, 35160-215, Ipatinga, MG, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: FM. OLIVEIRA. E-mail: <flavia-marcia@uol.com.br>.

Methods

Female Swiss mice, 6-7 weeks old, were fed commercial diet alone or supplemented with either hybrid maize (1:1) or quality protein maize (1:1). Food intake, weight gain, abdominal obesity and plasma glucose, proteins, cholesterol and triglycerides levels were evaluated for 3 months.

Results

Dietary addition of the quality protein maize BR473 reduced food intake and abdominal fat, yet plasma glucose and triglycerides remained the same when compared with the addition of hybrid maize to the commercial feed.

Conclusion

A better dietary efficiency and the impacts on the biochemical parameters of the blood suggest that the quality protein maize BR473 is an important complement to guarantee dietary and nutritional security.

Indexing terms: food consumption; glucose; *zea mays*; triglycerides.

INTRODUÇÃO

Na América Latina milhões de pessoas dependem do milho como fonte diária de alimento. Para muitos, esse cereal é a principal fonte de proteína da dieta. Essa cultura movimenta um mercado de, aproximadamente, US\$40 bilhões anuais que são distribuídos entre indústrias de produção de alimentos para consumo humano e animal¹. Em 2005, o Brasil produziu mais de 35 milhões de toneladas de milho, distribuídos em 11 milhões de hectares².

A proteína do milho híbrido é considerada de baixa qualidade por ser deficiente em dois aminoácidos essenciais - lisina e triptofano³. Esses aminoácidos são considerados essenciais porque tanto o homem quanto outros monogástricos - suínos, aves e camundongos - não conseguem sintetizá-los, tendo que obtê-los diretamente pela alimentação. Além disso, estudos mostram que a lisina e o triptofano exercem efeitos sobre o desenvolvimento de ratos⁴ e porcos⁵ que variam segundo a faixa etária dos animais.

A prevalência da desnutrição entre a população de baixa renda no Brasil e a política de segurança alimentar levaram à utilização de ingredientes alternativos como, por exemplo, produtos enriquecidos e multimisturas. A pesquisa agropecuária também vem desenvolvendo alimentos mais nutritivos, com baixo custo e de fácil produção, processamento e consumo, com o objetivo de reduzir os problemas da subnutrição⁶.

O milho *quality protein maize* (QPM) representa uma variedade originalmente desenvolvida pelo Centro de Melhoramento de Milho e Trigo, no México, a partir do mutante opaco-2. Os pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisas de Milho e Sorgo (Embrapa) vêm melhorando ainda mais as qualidades agrônomicas e nutricionais do milho QPM³. Alguns estudos mostram que os valores de energia entre os milhos híbrido e QPM são semelhantes⁷, porém o milho QPM apresenta valores superiores de lisina e triptofano^{7,8}.

A variedade do milho QPM BR 473 possui 0,9g de triptofano e 4g de lisina/kg de grão contra 0,6g e 2,6g/kg de grão do milho híbrido, respectivamente. Os produtos obtidos a partir dessa variedade, como fubás e rações experimentais, também apresentam valor protéico elevado⁶.

O maior teor de aminoácidos essenciais do milho QPM vem despertando interesse para o uso dessa variedade em estudos nutricionais de aves^{3,9,10}, suínos^{3,9,11-13}, humanos¹⁴⁻¹⁶ e o cultivo em vários países em desenvolvimento¹⁷. Entretanto, ainda não se encontra um número significativo de resultados disponíveis na literatura, sendo que a maioria dos relatos, descreve parâmetros relacionados ao ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e retenção de nitrogênio^{10-15,18}.

Contudo, a análise isolada desses parâmetros não possibilita verificar a verdadeira ação da adição dietética de milho QPM, uma vez que

os aminoácidos essenciais, presentes em níveis mais elevados nessa variedade, participam da estrutura primária de vários hormônios, neurotransmissores e proteínas do sistema imunológico que, por sua vez, estão envolvidos na regulação do metabolismo e de várias funções do organismo¹⁹.

Frente à qualidade protéica e à utilização do milho QPM para o consumo humano e animal, o objetivo deste estudo consistiu em avaliar os efeitos da adição dietética de milho QPM sobre aspectos bioquímicos e fisiológicos em camundongos.

MÉTODOS

Foram utilizados camundongos da linhagem *Swiss*, fêmeas, 6-7 semanas de idade, com peso médio de 30g, procedentes do biotério do Centro Universitário do Leste de Minas Gerais (Unileste MG). Todos os animais foram mantidos com livre acesso a água e dieta. Os procedimentos utilizados para experimentação animal foram realizados de acordo com as normas definidas pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA). Os grupos experimentais foram divididos e receberam dietas com ração comercial (RC), ração enriquecida com milho híbrido (MH) e ração enriquecida com milho QPM (QPM), durante três meses, e possuíam em média 12 animais em cada um.

A ração comercial para camundongos foi trituração, peneirada e pesada, assim como os milhos híbrido e QPM. Foi realizada a adição de milho híbrido ou QPM à ração comercial na proporção de 1:1. Posteriormente, as rações RC, MH e QPM foram submetidas à formação *pellets*, sem aquecimento, com características similares. A quantidade de ração preparada foi equivalente ao consumo durante uma semana e a mesma foi acondicionada, em sacos plásticos hermeticamente fechados, e congelada. A composição química das rações está apresentada na Tabela 1.

Para avaliação do consumo da ração as sobras foram pesadas. É importante ressaltar que

Tabela 1. Composição química das rações (% p/p).

	RC	MH	QPM
Proteína	9,03	10,49	9,64
Gordura	6,97	4,67	4,34
Carboidratos	64,76	67,69	64,83
Cinzas	5,33	5,84	5,67
Fibra	3,01	3,25	3,42
Umidade	10,90	8,06	12,10

RC: Ração comercial; MH: ração comercial com adição de milho híbrido (1:1); QPM: ração comercial com adição de milho QPM (1:1).

todos os grupos receberam a mesma quantidade diária de ração. A apresentação dos resultados corresponde aos valores das médias das sobras das rações em gramas durante três meses, com os respectivos valores de desvio-padrão (DP).

Os animais foram pesados uma vez por semana com o auxílio de uma balança de precisão. A avaliação ponderal foi obtida pela diferença entre o peso atingido aos três meses após o início da dieta e o peso inicial.

Ao final do experimento, os camundongos foram anestesiados com tiopental sódico (20mg/kg, via intraperitoneal), o retroperitônio dos animais foi dissecado e explorado, permitindo que o tecido adiposo retroperitoneal fosse removido para posterior pesagem em prazo inferior a 5 minutos pós-morte²⁰.

A fim de avaliar os parâmetros bioquímicos, 100µL de sangue foram coletados através da cauda dos animais, nos dias 30, 60 e 90 após o início da alteração da dieta, e centrifugados a 3000rpm, imediatamente após a coleta. Logo após a separação do soro, o material foi utilizado para realização dos testes. Para determinar os níveis de glicose, triglicerídeos e proteínas totais, foi colocado 1mL de reagente enzimático em tubos de ensaio e, em cada tubo, foram adicionados, 10µL do padrão (KIT DOLES) ou 10µL das amostras de soro. Um tubo contendo apenas o reagente enzimático foi utilizado como controle branco. Após 10 minutos de incubação, em temperatura ambiente, a leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro utilizando um comprimento de onda igual a 500, 510, 550nm, respecti-

vamente. Para determinar os níveis de colesterol, foram colocados 2mL de reagente enzimático em tubos de ensaio e, em cada tubo, foram adicionados 20µL do padrão (KIT DOLES) ou 20µL das amostras de soro. Um tubo contendo apenas o reagente enzimático foi utilizado como controle branco. Após 5 minutos de incubação, em temperatura ambiente, a leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro utilizando um comprimento de onda igual a 510nm. É importante ressaltar que os animais foram privados de ração 6 horas antes da coleta das amostras.

Os resultados obtidos foram analisados por análise de variância (ANOVA) utilizando-se o programa GraphPad Prism 4. Foi estabelecido um nível de significância de 5%. Em alguns experimentos optou-se em demonstrar a existência de diferenças com significância estatística entre os grupos e/ou coletas pelo uso de letras distintas (a,b,c).

RESULTADOS

A alteração na composição da ração, devido à adição de milho, pode resultar em modificações no padrão de saciedade e fome, induzindo menor ou maior consumo da mesma pelos animais. Dessa maneira, o acompanhamento diário do consumo de ração permitiu observar que a ingestão foi menor no grupo QPM, uma vez que o peso das sobras do alimento foi maior em relação aos grupos RC e MH (Sobras_(QPM)=41,44, DP=12,57g; Sobras_(RC)=14,15, DP=13,09g; Sobras_(MH)=7,59, DP=10,06g/ $p_{(QPM/RC)} < 0,01$ e $p_{(QPM/MH)} < 0,01$).

O ganho de peso significativo, em todos os grupos, ocorreu a partir da 10ª semana após o início da alteração da dieta. No entanto, não houve diferença significativa no ganho de peso entre os grupos (Ganho de Peso_(QPM)=22,40 DP=8,69g; Ganho de Peso_(RC)=20,77 DP=5,96g; Ganho de Peso_(MH)=23,17 DP=7,14g). Os animais tratados com a ração QPM e comercial RC apresentaram um menor acúmulo de tecido adiposo em relação aos animais alimentados com a ração MH (Figura 1).

Além disso, foi avaliada se a adição dos milhos híbrido e QPM na ração comercial interferiu nos parâmetros bioquímicos do sangue, uma vez que foram observadas alterações no padrão de consumo alimentar e na gordura retroperitoneal.

Foi possível observar que houve elevação dos triglicerídeos plasmáticos dos animais ali-

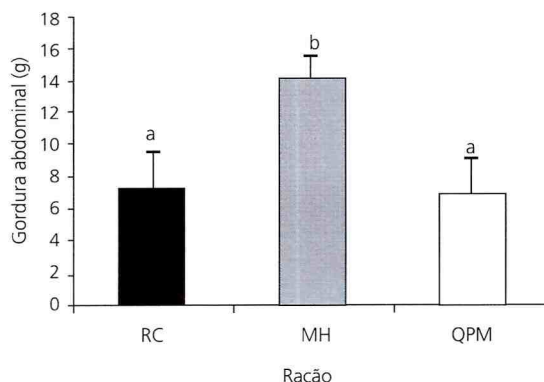


Figura 1. Peso do tecido adiposo retroperitoneal de camundongos alimentados com ração comercial (RC), ração comercial e milho híbrido (MH) e ração comercial e milho de alta qualidade protéica (QPM). (n=12; número de repetições=2; a/b $p < 0,01$).

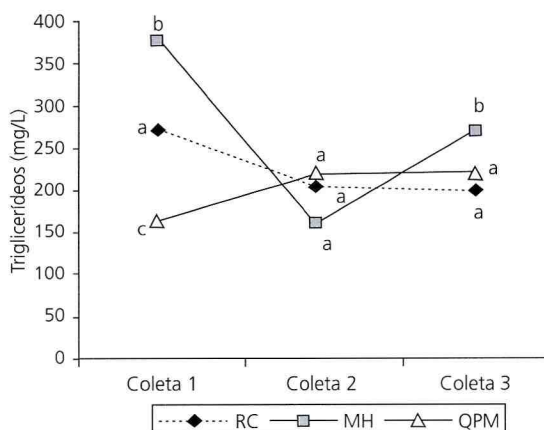


Figura 2. Valores de triglicerídeos plasmáticos de camundongos alimentados com ração comercial (RC), ração comercial com milho híbrido (MH) e ração comercial suplementada com milho de alta qualidade protéica (QPM). A coleta das amostras foi realizada 30 dias (Coleta 1), 60 dias (Coleta 2) e 90 dias (Coleta 3) após o início do experimento (n=12; número de repetições=2; a/b/c $p < 0,05$).

mentados com ração QPM, 60 dias após o início do experimento, cujos valores, posteriormente, mantiveram-se constantes, quando comparados aos do grupo que recebeu ração comercial RC. No entanto, aos 90 dias, os valores de triglicerídeos desses animais foram inferiores aos do grupo MH (Figura 2). Apesar da elevação dos triglicerídeos,

todos os grupos apresentaram os valores de colesterol constantes e similares (Figura 3). Os valores de proteínas plasmáticas também não foram diferentes entre os grupos e ao longo do experimento (dados não mostrados).

Em relação à concentração de glicose plasmática foi possível observar que o tratamento com milho QPM não interferiu na glicemia, ao ser comparado à ração comercial RC. Por outro lado, a utilização do milho híbrido MH induziu ao aumento nos valores de glicose sanguínea (Figura 4).

DISCUSSÃO

Os resultados aqui apresentados mostram que, de modo geral, a adição de milho QPM ou híbrido nas rações comerciais resultou em alterações no consumo alimentar, no ganho de gordura retroperitoenal, bem como em alguns parâmetros bioquímicos do sangue.

A adição de milho QPM à ração comercial reduziu o consumo alimentar por camundongos, ao ser comparada ao consumo das rações comerciais enriquecidas ou não com milho híbrido. O consumo menor pode estar relacionado ao aumento de conteúdo de triptofano nessa variedade de milho. A saciedade é induzida por vários estímulos após a ingestão, entre eles, distensão gástrica, liberação de peptídeos, elevação da glicose e de aminoácidos no sangue e elevação da serotonina^{21,22} que, por sua vez, está diretamente relacionada à concentração de triptofano.

Apesar do menor consumo de ração pelos animais do grupo QPM, o ganho de peso foi igual em relação aos demais grupos, sugerindo, dessa maneira, uma melhor eficiência alimentar. A superioridade do milho QPM também foi evidenciada em estudos que constatarem melhores *performances* de crescimento de suínos^{11,12}, frangos de corte¹⁰ e crianças^{7,16}. Além disso, a avaliação de indicadores nutricionais permitiu observar que a adição de milho QPM à ração de ratos aumentou a utilização e a eficiência protéica²³. O acompanhamento de duas gerações de ratos mostrou que o consumo de *tortillas* enriquecidas com milho

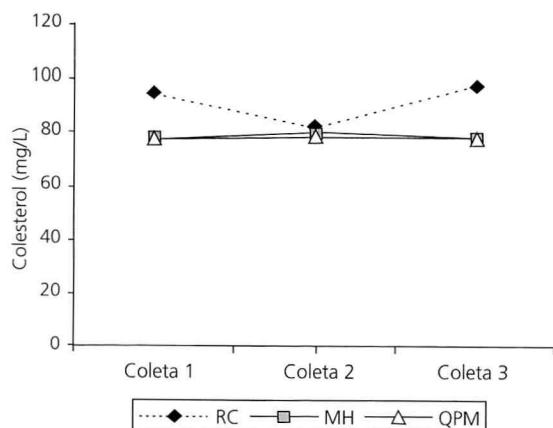


Figura 3. Valores de colesterol plasmático de camundongos alimentados com ração comercial (RC), ração comercial com milho híbrido (MH) e ração comercial com milho de alta qualidade protéica (QPM). A coleta das amostras foi realizada 30 dias (Coleta 1), 60 dias (Coleta 2) e 90 dias (Coleta 3) após o início do experimento (n=12; número de repetições=2; não houve diferença significativa entre os grupos)

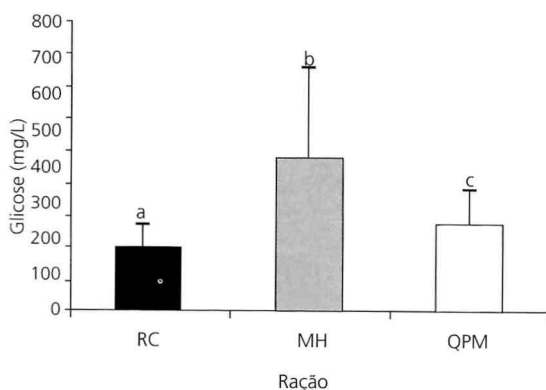


Figura 4. Valores de glicose sanguínea de camundongos alimentados com ração comercial (RC), ração comercial com milho híbrido (MH) e ração comercial com milho de alta qualidade protéica (QPM). A coleta das amostras foi realizada 90 dias após o início do experimento (n=12; número de repetições=2; a/b $p < 0,05$).

QPM não só promoveu um maior crescimento dos animais como também aumentou a taxa de fecundidade, o número de nascidos vivos e a taxa de sobrevivência neonatal na segunda geração²⁴.

É importante ressaltar que o ganho de peso apresentado pelos animais tratados com ração comercial e milho QPM não foi associado ao ganho de tecido adiposo retroperitoneal. Por outro lado, os camundongos que receberam ração com milho híbrido apresentaram um aumento significativo de gordura retroperitoneal, que pode estar relacionado à elevação de glicose sangüínea e ao maior consumo de ração apresentado pelos mesmos. Vários estudos mostram que a elevação dos níveis glicêmicos contribui, principalmente, para o desenvolvimento da obesidade abdominal e da resistência à insulina²⁵⁻²⁷. Além disso, como se fosse um ciclo vicioso, o maior percentual de gordura corporal resulta em pior controle glicêmico na maioria dos indivíduos²⁸.

O aumento do percentual de gordura abdominal, incluindo a retroperitoneal, constitui um fator de risco para o desenvolvimento de hiperlipidemias e distúrbios cardiovasculares²⁹. Esses dados corroboram o aumento dos níveis de triglicerídeos nos animais alimentados com ração enriquecida com milho híbrido.

Ao contrário dos resultados referentes aos efeitos da adição de milho híbrido na ração comercial, a utilização da variedade do milho QPM não modificou a concentração de triglicerídeos e glicose. No entanto, os valores dos demais parâmetros bioquímicos, como, proteínas e colesterol, não foram diferentes entre os grupos. Em concordância com os resultados apresentados, um estudo demonstrou que a utilização de rações compostas de milho QPM e ingredientes nutricionais alternativos, como, por exemplo, farinha de soja, aveia, banana e açúcar mascavo em ratos, não interferiu nos valores sangüíneos de colesterol, glicose e proteínas totais permanecendo, inclusive, dentro da faixa normalidade²³.

Além disso, outros estudos vêm demonstrando aspectos importantes relacionados à utilização dessa variedade, como, por exemplo,

baixo custo, boa aceitabilidade, eficiência proteica¹⁰⁻¹³ e recuperação de crianças desnutridas^{14,16}.

CONCLUSÃO

A adição dietética de milho QPM, ao contrário do milho híbrido, resulta na modificação de parâmetros corporais e bioquímicos do sangue que, aparentemente, contribuem para redução do consumo alimentar e manutenção dos níveis de triglicerídeos e glicose.

A melhor eficiência alimentar e os impactos sobre os parâmetros bioquímicos do sangue sugerem o potencial do uso do milho QPM BR473 como um importante complemento para garantir a segurança alimentar e nutricional.

COLABORADORES

A.C. SILVA e D.K. BRAGA participaram na elaboração de estratégia experimental, coleta de dados, tabulação e discussão dos resultados e elaboração do artigo. R.F. MURADAS participou na coleta de dados, tabulação e discussão dos resultados e elaboração do artigo. E.G. FERREIRA participou na elaboração de estratégia experimental, tabulação e discussão dos resultados e elaboração do artigo. F.M. OLIVEIRA e A.S.V. COSTA participaram na elaboração do projeto de pesquisa, tabulação e discussão dos resultados e elaboração do artigo.

REFERÊNCIAS

1. Carneiro AA, Carneiro NP, Carvalho CHS, Vasconcelos MJV, Paiva E, Lopes MA. Milho transgênico. *Biotecnol.* 2001;15(3):10-8.
2. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola municipal 2005 - Cereais, leguminosas e oleaginosas [comunicação social] 2006 [citado 30 jun 2006]. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=635&id_pagina=1
3. Peixoto MJVVD, Parentoni SN, Gama EEG, Magnavaca R, Paiva E, Rego MM. Perspectiva de utilização de milhos de alta qualidade proteica no Brasil. *Informe Agropecuário.* 1990; 14:23-34.

4. Gahl MJ, Finke MD, Crenshaw TD, Benevenga NJ. Use of a four-parameter logistic equation to evaluate the response of growing rats to ten levels of each indispensable amino acid. *J Nutr.* 1991; 121(11):1720-9.
5. Fuller MF, McWilliam R, Wang TC, Giles LR. The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs; requirements for maintenance and for tissue protein accretion. *Br J Nutr.* 1990; 62(2):255-67.
6. Guimarães PEO, Pacheco CAP, Paes MDC, Santos MX, Parentoni SN, Gomes e Gamas EE, et al. BR 473: variedade de milho amarela com qualidade protéica melhorada (QPM). Brasil: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; 2004. p.1-4.
7. Hoisington D. Opportunities for nutritionally enhanced maize and wheat varieties to combat protein and micronutrient malnutrition. *Food Nutr Bull.* 2002; 23(4):376-777.
8. Paes MCD. Perspectivas nutricionais do milho de alta qualidade protéica. *Óleos e Grãos.* 1995; 24(2):49-95.
9. Rostagno HS, Silva DJ, Costa PMA, Fonseca JB, Pereira JAA, Soares PR, et al. Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos [tabelas brasileiras]. Viçosa: UFV; 1992.
10. Jarquin R, Albertazzi C, Bressani R. Value of Opaque-2 corn protein for chicks. *J Agricult Food Chem.* 1970; 18(1):268-72.
11. Sullivan JS, Knabe DA, Bockholt AJ, Gregg EJ. Nutritional value of quality protein maize and food corn for starter and growth pigs. *J Anim Sci.* 1989; 67(5):1285-9.
12. Burgoon KG, Hansen JA, Knabe DA, Bockhold AJ. Nutritional value of quality protein maize starter and finisher swine. *J Anim Sci.* 1992; 70(3):811-7.
13. Gomez MH, Serna-Saldivar SO, Corujo JI, Bockholt AJ, Rooney LW. Wet milling proteins of quality protein maize and regular corns. In: Mertz ET, editor. *Quality protein maize*. St Paul: American Association of Cereal Chemists; 1992. p.239-60.
14. Graham GG, Lembcke J, Morales E. Quality-protein maize as the sole source of dietary protein and fat for rapidly growing young children. *Pediatrics.* 1990; 85(1):85-91.
15. Graham GG. Quality-protein maize with a high fat content as a weaning food. *J Ped Gastroenterol.* 1993(2); 17:139-44.
16. Pradilla AG, Harpstead DD, Sarria A, Linares FA, Francis CA. Quality protein maize in human nutrition. In: *High: quality protein maize*. Stroudsburg Penn. Doedwn: Hutchinson & Ross; 1975. p.27-37.
17. Gibbon BC, Larkins BA. Molecular genetic approach to developing quality protein maize. *Trends Genet.* 2005; 21(4):227-33.
18. Glória ECS, Almeida NAV, Costa ASV, Henriques Júnior E, Martins SL, Paula H, et al. Avaliação protéica de uma nova multimistura com base no milho QPM BR 473. *Rev Nutr.* 2004; 17(3):379-85.
19. Ferreira RR, Varisi VA, Meinardt LW, Lea PJ, Azevedo RA. Are high-lysine cereal crops still a challenge? *Braz J Med Biol Res.* 2005; 38(7):985-94.
20. Figueiró-Filho EA, Duarte G, El Beitune P, Quintana SM, Marcolin AC. Efeito diabetogênico das drogas anti-retrovirais em ratas Wistar prenhes. *RBGO.* 2004; 26(1):31-6.
21. Aguilera A, Selgas R, Codoceo R, Bajo A. Uremic anorexia: a consequence of persistently high brain serotonin levels? The tryptophan/serotonin disorder hypothesis. *Perit Dial Int.* 2000; 20(6): 810-6.
22. Sato T, Laviano A, Megui MM, Chen C, Rossi-Fanelli F, Hatakeyama K. Involvement of plasma leptin, insulin and free tryptophan in cytokine-induced anorexia. *Clin Nutr.* 2003; 22(2):139-46.
23. Paula H, Santos RC, Silva ME, Glória ECS, Pedrosa ML, Almeida NAV, et al. Biological evaluation of a nutritional supplement prepared with QPM Maize Cultivar BR 473 and other traditional food items. *Braz Arch Biol Tecnol.* 2004; 47(2): 247-51.
24. Amaya-Gueera CA, Alanis-Gusman MG, Serna Saldivar SO. Effects of soybean fortification on protein quality of tortilla based diets produced from regular and quality protein maize. *Plant Foods Hum Nutr.* 2004; 59(2):45-50.
25. LaHaye SA, Hollet PM, Vyselaar JR, Shalchi M, Lahey KA, Day AG. Comparison between a low glycemic load diet and a Canada Food Guide diet in cardiac rehabilitation patients in Ontario. *Can J Cardiol.* 2005; 21(6):489-94.
26. Layman DK. The role of leucine in weight loss diets and glucose homeostasis. *J Nutr.* 2003; 133(1): 261S-7S.
27. Lopes HF. Síndrome metabólica: importância do tecido adiposo e dos ácidos graxos livres. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo.* 2004;14(4):567-73.
28. Corrêa FHS, Taboada GF, Júnior CRMA, Faria AM, Clemente ELS, Fuks AG, et al. Influência da gordura corporal no controle clínico e metabólico de pacientes com *diabetes mellitus* Tipo 2. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2003; 47(1):62-8.
29. Ávila ALV. Tratamento não farmacológico da síndrome metabólica: abordagem do nutricionista. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo.* 2004; 14(4):652-8.

Recebido em: 15/2/2006

Versão final reapresentada em: 30/10/2006

Aprovado em: 3/1/2007

Shrimp diet and skin healing strength in rats

Dieta com camarão e resistência cicatricial da pele, em ratos

Elizabeth Lage BORGES¹

Fernanda Kelley Silva PEREIRA¹

Jacqueline Isaura ALVAREZ-LEITE²

Luiz Ronaldo ALBERTI³

Mônica Alves Neves Diniz FERREIRA⁴

Andy PETROIANU³

ABSTRACT

Objective

Surgical scar tensile strength may be influenced by several factors such as drugs, hormones and diet. The purpose of the present study was to determine the influence of a shrimp-enriched diet on the tensile strength of rat scars.

Methods

Forty male Wistar rats were submitted to a 4 cm dorsal skin incision and the wounds were sutured with 5-0 nylon interrupted suture. The animals were divided into two groups: Group 1 (control) received a regular diet, and Group 2 (experimental) received a shrimp-enriched diet. The two diets contained the same amounts of proteins, lipids and carbohydrates. The rats in each group were divided into two subgroups according to the time of assessment of the scar tensile strength: subgroup A, studied on the 5th postoperative day, and subgroup B, studied on the 21st postoperative day.

Results

The tensile strength of the scar on the 5th postoperative day was lower in the animals that received the shrimp-enriched-diet (303.0, standard error of mean= 34.1) than in the control group (460.1, SEM = 56.7) ($p<0.05$).

¹ Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Fisiologia e Biofísica. Av. Antônio Carlos, 6627, Bloco A4, Sala 249, Pampulha, 31270-010, Belo Horizonte, MG, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: E-mail: <borgesel@icb.ufmg.br>.

² Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Bioquímica e Imunologia. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

³ Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina, Departamento de Cirurgia. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

⁴ Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Patologia. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

Conclusion

A shrimp diet reduces the tensile strength of the scar. The next step of this study will be to clarify the mechanism in which shrimp affects tensile strength.

Indexing terms: diet; wound healing; eating; rats.

RESUMO

Objetivo

A resistência cicatricial da pele pode ser influenciada por diversos fatores como medicamentos, hormônios e dieta. Este trabalho foi delineado para determinar a influência da dieta com camarão na resistência cicatricial na pele.

Métodos

Quarenta ratos machos Wistar foram submetidos a incisão (4cm) e suturas interrompidas da pele dorsal, com fio de nylon 5-0, e foram divididos em dois grupos: o Grupo 1 (controle) recebeu uma dieta convencional e Grupo 2 (experimental), recebeu dieta com adição de camarão. As duas dietas continham quantidades semelhantes de proteína, lipídeos, e carboidratos. Os ratos de cada grupo foram divididos em dois subgrupos de acordo com os distintos períodos pós-operatórios de avaliação da resistência tecidual: subgrupo A, estudado no 5º dia pós-operatório, e subgrupo B, estudado no 21º dia pós-operatório.

Resultados

A resistência cicatricial da pele no 5º dia pós-operatório foi menor nos animais que receberam dieta suplementada com camarão (303,0, erro padrão da média=34,1), quando comparada ao grupo controle (460,1, erro padrão=56,7) ($p<0,05$).

Conclusão

A dieta suplementada com camarão reduziu a resistência cicatricial da pele de ratos. Dando continuidade ao estudo, será averiguado o mecanismo pelo qual ocorre essa redução.

Termos de indexação: dieta; cicatrização de feridas; ingestão de alimentos; ratos.

INTRODUCTION

Skin wound healing involves a cascade of cellular and molecular events in which biological processes such as proliferation, differentiation and cell migration play pivotal roles¹⁻⁵. The process may be influenced by factors such as vitamin C, hormones, diet, and systemic or local diseases⁶⁻⁹. Some hormones and other mediators, mainly angiotensin II and angiotensin-(1-7), accelerate skin repair by means of keratinocyte proliferation¹⁰. In contrast, obstructive jaundice and glucocorticoids inhibit the healing of jejunal anastomoses and skin wounds¹¹.

Crustaceans are a common source of coastland diet and folk culture mentions that food based on crustaceans interferes with wound healing. However, no information is available regarding this topic in the scientific literature.

Therefore, a study of the influence of a shrimp-rich diet on skin healing should be relevant. The results of the present investigation showed that the addition of shrimp to the diet (33% of the diet) reduces the tensile strength of healing wounds.

METHODS

Forty male Wistar rats weighing 210-236 g were housed individually in acrylic metabolic cages (Nalgene, Rochester, NY, USA) with free access to food and water available *ad libitum*. The animals were maintained under standard laboratory conditions of a 12/12-h light-dark cycle and temperature of 25°C.

The composition of the experimental and control diets is shown in Table 1. The diet was

based on Association of Official Analytical Chemists (AOAC)¹² with modifications, in order to maintain the composition of both, experimental and control diets, and to avoid interferences on the results. The protein concentration of dried shrimp flour (made from shell as well as the flesh of the shrimp) was 33.5mg/100mg as determined by the method of Lowry et al.¹³. Both diets contained the same amounts of proteins, lipids and carbohydrates.

To determine if the salty taste of the shrimp diet induced an increase in food intake, in another experimental stage, we added salt to the regular diet so that it would contain the same amount of salt as the shrimp-enriched diet.

After a four-day adaptation period, the animals were randomly divided into two groups: Group 1 (control) received a regular rat chow, and Group 2 (experimental) received a diet enriched 33% with shrimp. The rats of each group were divided into two subgroups according to the time

that the tensile strength of the scar was studied: rats of subgroup A were investigated on the 5th postoperative day and rats of subgroup B on the 21st postoperative day (times that are well acknowledged in literature⁶⁻⁷). Food and water intake were assessed daily during the entire experimental period.

Under general anesthesia with intraperitoneal thionembutal (40mg/kg), all rats were submitted to a 4cm incision in the dorsal thoracic skin. The wound was closed with four interrupted sutures using 5-0 nylon suture.

After 5 or 21 days, the rats were anesthetized (thionembutal 40mg/kg), the skin fragment containing the scar was cross-sectionally removed and the tensile strength of the scar was determined. Each skin segment was 3cm long and 1cm wide and included the scar in its middle part. The nylon suture was carefully removed to avoid damage to the skin and the two ends of the skin sample were lifted with two Duval clamps. One clamp was suspended and fixed on a support and the other was connected to a plastic container, which was filled with distilled water at the rate of 1.4 liter/minute. The tensile strength of the wound was estimated by the total weight of the plastic container, of one clamp and of the amount of water at the time of scar rupture¹¹.

Another wound sample was removed, fixed in Bouin solution, dehydrated and embedded in paraffin. Sections of 5 µm were prepared and stained with hematoxylin-eosin (HE) for light microscopy analysis. Other sections were stained with Picrosirius solution and examined by polarization microscopy in order to identify collagen fibers¹⁴⁻¹⁵.

Serum sodium and potassium ion concentrations were assessed by flame photometry (FC-180, CELM, Brasil).

The present investigation was in agreement with the Ethical Principles in Animal Experimentation, adopted by the Declaration of Helsinki (2000) and by the Ethics Committee in Animal Experimentation (CETEA/UFGM).

Table 1. Diet composition (%), nutrient contents (g/100g), and energy density (kcal/g).

Ingredients	Control diet	Shrimp-enriched diet
Corn starch	57	46.9
Casein	20	9.1
Cellulose	10	1.0
Soy bean oil	5	3.0
Vitamin mixture ^a	1	1.0
Mineral mixture ^b	5	5.0
Choline	1	1.0
Dry-shrimp-flour	0	33.0
Nutrient content	Protein 16.00	Protein 18.33
	Lipid 5.00	Lipid 5.33
	Carbohydrate 52.00	Carbohydrate 42.8
Energy density	3.25	3.00

^aComposition: 30mg niacin, 15mg pantothenic acid, 6mg vitamin B6, 5mg thiamine, 6mg riboflavin, 2mg folic acid, 750µg vitamin K, 200µg D-biotin, 25µg vitamin B₁₂, 4000µg vitamin A, 1000µg vitamin D₃, and 75µg vitamin E.

^bComposition: essential minerals -35mg iron, 5000mg calcium, 1561mg phosphate, 3600mg potassium, 300mg sulfur, 1019mg sodium, 1571mg chlorine, 507mg magnesium, 30mg zinc, 10mg manganese, 5mg copper, 0.2mg iodine, 0.15mg molybdenum, 0.15mg selenium, and potentially beneficial minerals -5mg silicone, 1mg chromium, 1mg fluorine, 0.5mg nickel, 0.1mg lithium, and 0.1mg vanadium.

Table 2. Average food intake (g/day), water intake (mL), and weight of the animals (g) on the 5th and 21st postoperative days.

Variables	Control diet				Shrimp-enriched diet			
	5 th day		21 th day		5 th day		21 th day	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
Weight	24.8	1.5	83.0	9.3	29.2	2.1	87.5	5.63
Food intake	16.5	0.4	18.0	0.6	23.3	0.5**	23.6	0.8**
Water intake	22.4	0.5	24.1	1.1	56.3	1.3**	58.1	2.5**

Data are reported as means and standard error of mean. Control (n=11) and Experimental group (n=12) on the 5th day. Control (n=8) and Experimental group (n=9) on the 21st day. ** $p<0.001$ compared with control.

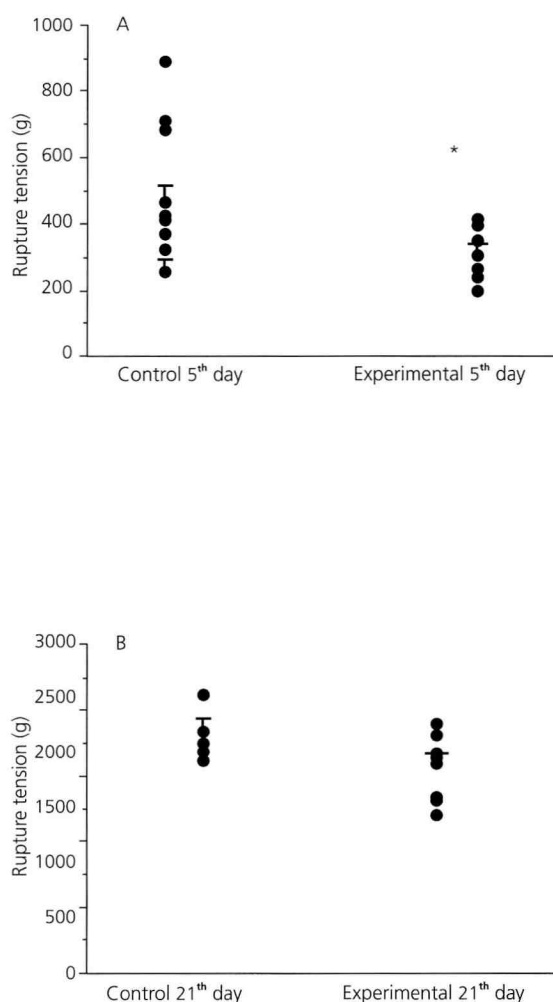


Figure 1. Water volume necessary to cause scar rupture on the 5th (A) and 21st (B) postoperative days. Data are reported as means and standard error of mean. Control (n=11), and Experimental group (n=12), on the 5th day. Control (n=8), and Experimental group (n=9), on the 21st day. The rats that received the shrimp-enriched diet presented a lower tensile strength than the control group ($p<0.05$) on the 5th postoperative day.

The results (mean and standard error of mean-SEM) obtained for the two groups were compared by the Student *t*-test and Mann-Whitney rank sum test, with the level of significance set at $p<0.05$.

RESULTS

The animals did not present any abnormality during the experimental period. No sign of toxicity was verified.

Table 2 shows total food intake, water intake, and weight of the animals on the 5th and 21st postoperative days. Food and water intake were higher in the group that received the shrimp-enriched diet ($p<0.001$). No difference in body weight was observed between the groups (Table 2).

The tensile strength of the skin segment from the two groups is presented in Figure 1 A and B. The skin of the rats that received the shrimp-enriched diet demonstrated a lower tensile strength on the 5th postoperative day ($p<0.05$) (Figure 1A).

Table 3 shows the total food and water intake, and weight of the animals that received a salt-enriched diet on the 5th postoperative day. The salt-enriched diet did not affect food intake.

Table 3. Average food intake (g/day) and water intake (mL), on the 5th postoperative day.

Variables	Control diet (5 th day)		Salt-enriched diet (5 th day)	
	M	DP	M	DP
Food intake	15.5	1.2	17.1	0.4
Water intake	19.3	1.0	28.8	0.9*

Data are reported as means and standard error of mean. Control (n=4), and Experimental group (n=4), on the 5th day. * $p<0.05$ compared with control.

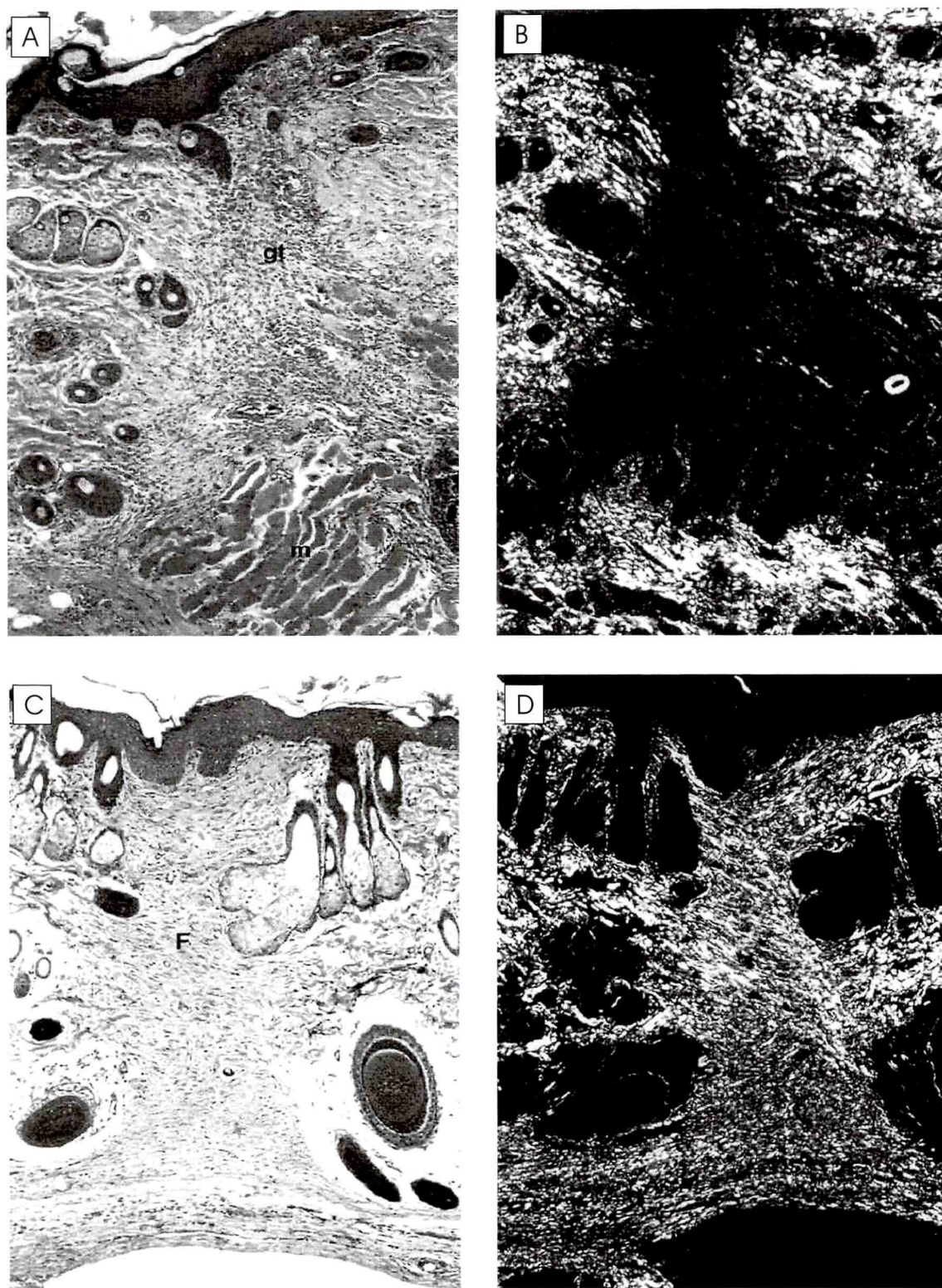


Figure 2. Photomicrograph of the healing tissue on the 5th (A, B) and 21st (C, D) postoperative days. A - Granulation tissue (gt), Muscle (m). C - Connective tissue (F). B - Collagen type III. D - Collagen type I. A, C - Hematoxylin and eosin, light microscopy 87x; C,D - Picrosirius Red and hematoxylin; with polarization microscopy 87x.

Serum sodium and potassium levels (mM) did not differ significantly between the two groups on the 5th (n=7) and 21st (n=4) days: serum sodium on the 5th postoperative day (125.9, SEM=1.7 *versus* 127.6, SEM=2.7) and on the 21st day (121.8, SEM=0.8 *versus* 119.8, SEM=0.4); serum potassium on the 5th postoperative day (6.0, SEM=0.1 *versus* 6.2, SEM=0.1) and on the 21st day (6.0, SEM=0.3 *versus* 6.5 and 0.2). Data are reported as means and SEM. The two groups were homogeneous after being submitted to the specific diets (control *vs.* experimental shrimp-enriched diet).

No histological difference was found between the groups (control and experimental) on the 5th and 21st postoperative days. On the 5th postoperative day, the dermis showed loose connective tissue fibers, neovascularization and granulation tissue (Figure 2A). On the 21st day, the healing tissue was mature and fibrous with a less intense inflammatory reaction (Figure 2C). Both groups presented type III collagen on the 5th postoperative day, but type I fibers were predominant after 21 days (Figures 2B and D).

DISCUSSION

In the healing process, fine and disorganized collagen fibers appear first (type III)¹⁶⁻¹⁷, being then replaced with thicker fibers, with the progressive occurrence of organization of type I collagen. Collagen type, more than the amount of collagen fibers, is important in maintaining the strength of healed tissue¹⁷. The present findings agree with literature data showing the occurrence of type III collagen in granulation tissue and its later replacement with type I collagen in the fibrous tissue of the mature scar. This replacement provides more resistance to mechanical tension.

The hypothesis of increased food intake induced by the salty taste of the shrimp¹⁸ was not verified in this investigation. The consequent enhancement of water consumption observed in

tables 2 and 3 for the shrimp-enriched diet and salt-enriched diet respectively, suggests an osmotic pressure regulation. The rats of the salt-enriched diet group did not increase the food intake, and no ionic alteration occurred in either group with the shrimp-enriched diet and its control.

Shrimp is also rich in chitin fiber, increasing the total amount of feces in the group that ate shrimp; unfortunately this was only observed, not measured. Chitin is called an animal fiber because of its low digestibility in the animal gastrointestinal tract. However, the percentage of cellulose (10%) was reduced in the shrimp diet to compensate the percentage of chitin present in it. Although the total energy of the two diets differs in about 9%, the result suggests that the increased intake of the shrimp-enriched diet was also due to the reduced energy density of the diet caused by the animal fiber. The animals tried to compensate the lower energy value of this diet by consuming more food.

In conclusion, these data suggest that, even though the groups receiving the two diets ingested the same amount of energy, the shrimp-enriched diet reduced the tensile strength of the scar of the animals, in agreement with folk belief. The next step of this study will be to clarify the mechanism in which shrimp affects tensile strength.

ACKNOWLEDGMENTS

Fernanda K.S. PEREIRA was sponsored by Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

CONTRIBUTORS

E.L.BORGES is the coordinator of this group, designed the study, did biochemical assays, statistical analysis, preparation of the manuscript. F.K.S.PEREIRA daily care of rats in metabolic cages. J.I. ALVAREZ_LEITE preparation of diets. L.R. ALBERTI surgical procedures. M.A.N.D. FERREIRA histology. A. PETROIANU designed the study and preparation of manuscript.

REFERENCES

- Ortonne JP, Clevy JP. Physiology of cutaneous cicatrisation. *Rev Prat.* 1994; 44(13):1733-7.
- Kirsner RS, Eaglstein WH. The wound healing process. *Dermatol Clin.* 1993; 11(4):629-40.
- Hunt TK, Hopf H, Hussain Z. Physiology of wound healing. *Adv Skin Wound Care.* 2000; 13(2 Suppl): 6-11.
- Yamaguchi Y, Yoshikawa K. Cutaneous wound healing: an update. *J Dermatol.* 2001; 28(10): 521-34.
- Scheithauer M, Riechelmann H. Review part I: basic mechanisms of cutaneous wound healing. *Laryngorhinootologie.* 2003; 82(1):31-5.
- Petroianu A, Souza SD, Martins SG, Alberti LR, Vasconcellos LS. Influência da vitamina C e da hidrocortisona sobre a tensão anastomótica jejunal em ratos. *Acta Cir Bras.* 2000; 15(4):215-9.
- Petroianu A, Souza SD, Martins SG, Alberti LR. Influence of ascorbic acid on anastomosis and in jejunal loop in rat. *Arq Gastroenterol.* 2001; 38(1):48-52.
- Arantes VN, Okawa RY, Silva AA, Barbosa AJ, Petroianu A. Effect of methylprednisolone on jejunal anastomotic tension. *Arq Gastroenterol.* 1994; 31(3):97-102.
- Werner S, Grose R. Regulation of wound healing by growth factors and cytokines. *Physiol Rev.* 2003; 83(3):835-70.
- Rodgers K, Xiong S, Felix J, Roda N, Espinoza T, Maldonado S, et al. Development of angiotensin (1-7) as an agent to accelerate dermal repair. *Wound Repair Regen.* 2001; 9(3):238-47.
- Arantes VN, Okawa RY, Fagundes-Pereyra WJ, Barbosa AJA, Petroianu A. Influence of obstructive jaundice on wound and jejunal anastomosis healing in rats. *Rev Col Bras Cir.* 1999; 26(5): 269-73.
- Cunniff P, editor. *Official Methods of Analysis of AOAC International.* 16th ed. Arlington, Virginia: AOAC; 1995. Chapter 45.
- Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL, Randall RJ. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J Biol Chem.* 1951; 193(1):265-75.
- Junqueira LC, Cossermelli W, Brentani R. Differential staining of collagens type I, II and III by sirius red and polarization microscopy. *Arch Histol Jpn.* 1978; 41(3):267-74.
- Junqueira LC, Bignolas G, Brentani RR. Picrosirius staining plus polarization microscopy, a specific method for collagen detection in tissue sections. *Histochem J.* 1979; 11(4):447-55.
- Andrade GB, Montes GS, Conceição GM, Saldiva PH. Use of the Picrosirius-polarization method to age fibrotic lesions in the hepatic granulomas produced in experimental murine schistosomiasis. *Ann Trop Med Parasitol.* 1999; 93(3):265-72.
- Rabau MY, Hirshberg A, Hiss Y, Dayan D. Intestinal anastomosis healing in rat: collagen concentration and histochemical characterization by Picrosirius red staining and polarizing microscopy. *Exp Mol Pathol.* 1995; 62(3):160-5.
- Yamasaki K, Marubayashi U, Reis AM, Coimbra CC. Preferential saline or water intake by pinealectomized, adrenalectomized, and pinealectomized-adrenalectomized male rats. *Braz J Med Biol Res.* 1990; 23(11):1177-80.

Received on: 30/11/2005

Final version resubmitted on: 10/10/2006

Approved on: 9/1/2007

Tendência do aleitamento materno em município da região centro-sul do estado de São Paulo: 1995-1999-2004

Breastfeeding trends in a municipality in central-southern São Paulo state: 1995-1999-2004

Luciana FERREIRA¹

Cristina Maria Garcia de Lima PARADA²

Maria Antonieta de Barros Leite CARVALHAES²

RESUMO

Objetivo

Avaliar a situação do aleitamento materno em 2004 no município de Botucatu, SP, e identificar sua tendência nos últimos 10 anos.

Métodos

Trata-se de um estudo epidemiológico, no qual foram comparados os resultados de 3 inquéritos populacionais transversais (1995-1999-2004), metodologicamente semelhantes, sobre a situação do aleitamento materno em crianças menores de 12 meses. Os dados foram obtidos em Campanhas de Multivacinação, a partir de questionário contendo um recordatório da alimentação das crianças no dia anterior à pesquisa. Para identificar a tendência dos diferentes tipos de aleitamento (aleitamento materno exclusivo, aleitamento materno predominante e aleitamento materno), foram comparadas as prevalências, segundo faixas etárias selecionadas (0-1 mês, 0-4 meses, 0-6 meses e 0-12 meses), nos 3 inquéritos. Os resultados foram submetidos a teste estatístico (teste z) para verificação das diferenças entre proporções.

Resultados

Para as crianças menores de 4 meses, houve aumento progressivo e de grande magnitude (19,1% em 1995 e 36,9% em 2004) do aleitamento materno exclusivo e diminuição do aleitamento materno predominante - diferenças estatisticamente significantes. O mesmo ocorreu para as crianças menores de 6 meses: 13,0% em aleitamento materno exclusivo em 1995, 29,6% em 2004, representando 128,0% de aumento. Com relação ao aleitamento materno, tanto para as crianças menores de 4 meses, quanto para as menores de 6 meses e de 1 ano, houve pequeno aumento de prevalência, mas as diferenças não foram estatisticamente significantes. A duração mediana do aleitamento materno exclusivo aumentou 14 dias (82,0%) e do aleitamento materno 85 dias (50,9%) no período de 10 anos.

¹ Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Medicina, Programa de Saúde da Família e Comunidade. Botucatu, SP, Brasil.

² Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Medicina, Departamento de Enfermagem. Campus Universitário Rubião Júnior, s/n. 18618-970, Botucatu, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: C.M.G.L. PARADA. E-mail: <cparada@fmb.unesp.br>.

Conclusão

Com a elevação expressiva da prevalência de crianças menores de 6 meses em aleitamento materno exclusivo e o aumento da mediana da amamentação exclusiva e da amamentação, pode-se afirmar que a evolução do aleitamento no município foi favorável. Entretanto, a situação em 2004 ainda está distante das recomendações atuais sobre alimentação infantil.

Termos de indexação: aleitamento materno; lactante; prevalência.

ABSTRACT

Objective

To evaluate breastfeeding practices in 2004 in the municipality of Botucatu, São Paulo State and to identify trends in the past ten years.

Methods

This is an epidemiological study comparing the results of three population-based cross-sectional studies (1995-1999-2004), using similar methodologies, assessing the breastfeeding practices among children under age 12 months. Data were obtained during multiple vaccination campaigns using a recall questionnaire to investigate the child's feeding in the previous day. The differences in the proportion of children in each type of feeding (exclusive breastfeeding, predominant breastfeeding, and breastfeeding) in the three surveys, according to selected age groups (0-1 month, 0-4 months, 0-6 months and 0-12 months), were analyzed using a z-test.

Results

For children under age 4 months, there was a marked and progressive increase (19.1% in 1995 and 36.9% in 2004) in exclusive breastfeeding and a reduction in predominant breastfeeding, with statistically significant differences. The same was observed among children under age 6 months, with 15% increase in exclusive breastfeeding in 1995 and 29.6% in 2004, representing a total 128.0% increase. Regarding breastfeeding, there were slight increases in prevalence for children younger than 4 months, 6 months, and 1 year, but significant differences were not found. The median duration of exclusive breastfeeding increased by 14 days (82.0%) and that of breastfeeding, by 85 days (50.9%) in the ten-year period.

Conclusion

With the expressive increase in the prevalence of exclusive breastfeeding among children under six months and the increase in median duration of exclusive breastfeeding and of breastfeeding, we may conclude that breastfeeding in the municipality evolved favorably. However, the situation in 2004 is still far from fulfilling current recommendations on infant feeding.

Indexing terms: breast feeding; prevalence; infant.

INTRODUÇÃO

É inquestionável o relevante papel que o aleitamento materno desempenha no crescimento e no desenvolvimento infantil, além de ser parte integrante do processo reprodutivo, com importantes implicações para a saúde materna¹.

Devido às suas propriedades físico-químicas e especificidades em relação às necessidades nutricionais da criança, o leite materno é o único alimento que garante qualidade e quantidade ideal de nutrientes para o lactente².

Vários estudos mostram que a amamentação exclusiva nos primeiros seis meses de vida

reduz a mortalidade infantil por enfermidades comuns da infância, como diarreia e pneumonia³, e ajuda na recuperação de enfermidades⁴⁻⁷.

Estudo realizado em 1987 já evidenciava que crianças que não recebiam leite materno tinham risco 14 vezes maior de morrer por diarreia e 3,6 vezes maior de mortalidade por doenças respiratórias, quando comparadas às que recebiam apenas leite materno sem complementos⁶.

O aleitamento materno também contribui para a saúde da mulher, protegendo-a contra o câncer de mama⁸, câncer de ovário⁹, osteoporose¹⁰ e esclerose múltipla¹¹. Outra vantagem para a

saúde da mulher é a de ampliar o espaçamento entre as gestações e promover efeito contraceptivo, pela amenorréia induzida pela lactação (LAM), confiável nos primeiros seis meses após o parto, desde que a amamentação seja exclusiva e que a mãe se mantenha amenorréica¹².

O aleitamento materno exclusivo oferece a vantagem adicional de diminuir os custos das famílias, dos estabelecimentos de saúde e da sociedade em geral, ao eliminar os gastos com leites artificiais, mamadeiras e ao reduzir os episódios de doenças nas crianças¹³.

Há evidências suficientes que embasam a recomendação da Organização Mundial de Saúde (OMS) de amamentação exclusiva por 6 meses e manutenção do aleitamento materno complementado até os 2 anos ou mais. No entanto, ainda é baixo o número de mulheres que a seguem, estando a duração e a prevalência dessa prática muito aquém do recomendado¹⁴.

Em 1998, estudo envolvendo 84 municípios do estado de São Paulo evidenciou que o aleitamento materno exclusivo nos primeiros 4 meses, raramente, alcançou índices superiores a 30% e, entre os menores de 12 meses, a amamentação (aleitamento materno sem ou com outros alimentos) ficou em torno de 50%¹⁵.

No Brasil, dados do Ministério da Saúde apontam que a prevalência de aleitamento materno exclusivo, em menores de 1 mês, era de 53,1% e entre crianças de 3 a 4 meses, 21,6%, decrescendo para 9,7% entre crianças de 5 a 6 meses¹⁶.

Se, por um lado, a situação atual ainda não é ideal, por outro é inquestionável a melhora da situação brasileira: se, em 1975, uma em cada duas mulheres amamentava apenas até o segundo ou terceiro mês, em 1999, uma em cada duas mulheres amamentava até cerca de 10 meses¹⁷.

Conhecer como os índices do aleitamento materno vêm se comportando ao longo dos anos pode ser importante do ponto de vista gerencial, pois permite melhorar o direcionamento de programas de promoção, proteção e apoio. Assim,

foi proposto este estudo, cujos objetivos foram avaliar a situação do aleitamento materno no município de Botucatu, SP, no ano de 2004, e identificar sua tendência nos últimos 10 anos.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo epidemiológico, no qual foram comparados os resultados de 3 inquéritos populacionais transversais metodologicamente semelhantes sobre a situação do aleitamento materno em crianças menores de 12 meses no município de Botucatu, SP. O primeiro estudo foi realizado em 1995¹⁸, o segundo em 1999¹⁹ e o terceiro em 2004, cujos dados são apresentados neste artigo.

O município de Botucatu localiza-se na Região Centro-Sul do Estado de São Paulo e contava com uma população de 108.306 habitantes no ano de 2000, com distribuição predominantemente urbana²⁰. Nos 3 estudos ora comparados, a população consistiu das crianças menores de 12 meses, que foram levadas a uma das etapas da Campanha de Multivacinação. Estimava-se que 1.782 crianças estivessem na faixa etária de 0 a 12 meses em 2004²¹, 1.777 em 1999¹⁹ e 1.736 em 1995¹⁸. Foram obtidos dados válidos sobre a alimentação de 1.239 crianças em 2004, 1.273 crianças em 1999 e 1.509 crianças em 1995, representando, respectivamente, 90,6%, 79,9% e 91,8% do total de crianças menores de 12 meses vacinadas no dia de cada Campanha.

Para descrever a situação do aleitamento, foram obtidas informações referentes à data de nascimento da criança, situação do aleitamento materno (a criança mama no peito - sim ou não?) e, na vigência dessa prática, investigou-se o consumo de água, suco, chá, outros líquidos, outro leite ou papa salgada (sim ou não?).

As informações referiam-se aos dados atuais da alimentação da criança, os quais permitem uma simplificação do instrumento de coleta de dados, uma vez que não são incluídas questões

retrospectivas sobre a alimentação infantil como, por exemplo, até quando mamou no peito e quando foram introduzidos outros alimentos. Trabalhando com dados atuais, evitam-se erros decorrentes da imprecisão da informação das mães (erros de memória).

Esse tipo de coleta de dados tem sido muito utilizado em pesquisas que envolvem crianças e mães, por garantir alta cobertura, rápida coleta de dados e baixo custo^{15,18}.

De posse desses dados, estudou-se a duração mediana da amamentação e a prevalência de crianças nas seguintes categorias de aleitamento materno, conforme padronização da Organização Mundial da Saúde²²:

- Aleitamento Materno Exclusivo (AME): crianças que receberam somente leite materno, sem outros líquidos ou outro leite, nas últimas 24 horas;

- Aleitamento Materno Predominante (AMP): crianças que receberam leite materno e água, chá ou suco, nas últimas 24 horas;

- Aleitamento Materno (AM): crianças que receberam leite materno, independentemente da oferta de qualquer complemento, lácteo ou não, nas últimas 24 horas.

Os dados foram coletados por entrevistadores treinados antes das campanhas, que trabalharam de tal forma a não comprometer o fluxo de crianças a serem vacinadas, evitando-se filas. As mães eram encaminhadas a uma sala previamente preparada para coleta de dados. A supervisão, no dia de cada uma das campanhas, foi realizada pelas autoras.

Nos três estudos, foram adotados os mesmos procedimentos. As entrevistas foram codificadas, sendo criados arquivos de dados utilizando recursos que permitiam apenas a entrada de dados previstos na codificação, para evitar erros de digitação. Os questionários com questões em branco foram revisados, parte dos dados digitados foi conferida e a consistência dos dados foi checada pela verificação da distribuição de frequências de crianças em categorias de

variáveis associadas. Eventuais erros foram corrigidos.

As prevalências e as medianas das várias modalidades de amamentação, com os respectivos intervalos de confiança, foram obtidas por meio da análise de probitos, realizada com os programas *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) 6.0 (1995 e 1999) e 12.0 (2004). Essa técnica de análise de regressão, adotada em ensaios biológicos do tipo dose-resposta de medicamentos, foi adaptada para estudo da situação do aleitamento materno em 1996²³, e vem sendo bastante utilizada desde então. Para estudo da amamentação, considera-se que o desmame é o evento terminal, sendo a idade da criança o fator de exposição.

As diferenças de proporções de crianças nos diferentes tipos de aleitamento, nos 3 inquéritos, segundo faixas etárias selecionadas (0-1 mês, 0-4 meses, 0-6 meses, 0-12 meses), foram submetidas a teste estatístico (teste z)²⁴, teste bicaudal, adotando-se como estatisticamente significantes resultados com valor de $p < 0,05$.

As faixas etárias adotadas correspondem às recomendadas pela OMS para estudo da situação populacional do aleitamento materno (0-6 e 0-12) e a faixas de interesse local de monitoramento, ressaltando-se que as categorias não são excludentes e, sim, cumulativas²².

As pesquisas foram realizadas mediante autorização da Secretaria Municipal de Saúde de Botucatu, e com a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina de Botucatu.

RESULTADOS

Merece ser destacado que a distribuição do conjunto das crianças menores de um ano estudadas em cada ano mostrou, de modo geral, um padrão uniforme nas diferentes faixas de idade.

A situação do aleitamento materno exclusivo, aleitamento materno predominante e aleitamento materno, segundo a faixa etária da criança,

nos diferentes anos, bem como as diferenças percentuais de prevalências entre 1999 e 1995, 2004 e 1999 e entre 2004 e 1995, e os respectivos valores de *p* para avaliação da significância estatística dessas diferenças, são apresentados na Tabela 1.

A Tabela 1 mostra, para as crianças menores de 1 mês, pequenas diferenças nas prevalências do aleitamento materno nos três anos estudados. A comparação de 1995 e de 1999 com 2004 evidencia discreta melhora, embora tenha havido uma queda nos índices de 1999 em relação a 1995. O aumento percentual de prevalência na década foi de 13,0%, e entre 2004 - 1999 foi de 33,3%, mas essas diferenças não alcançaram significância estatística.

O aleitamento materno predominante diminuiu progressivamente na década entre as crianças menores de 1 mês, sendo a diferença percentual de prevalência entre 2004 e 1995 igual a - 37,5% e entre 2004 e 1999, - 23,9%. Porém, essas diferenças também não foram estatisticamente significantes.

Pode-se observar, para as crianças menores de 4 meses, aumento progressivo das preva-

lências do aleitamento materno exclusivo nos anos subsequentes à primeira avaliação (1995), sendo esse aumento mais expressivo entre 1999 e 2004, e diminuição progressiva do aleitamento predominante. Todas as diferenças de prevalências relacionadas ao AME em menores de 4 meses foram estatisticamente significantes. Com relação ao aleitamento materno (AM) nessa faixa etária, comparando-se 1995 e 2004, houve pequena elevação da prevalência, sem alcançar significância estatística. Mas, entre 1999 e 2004, a elevação foi estatisticamente significativa ($p=0,0315$).

Entre as crianças menores de 6 meses, as prevalências do aleitamento materno exclusivo foram sempre crescentes, enquanto que do aleitamento predominante foram decrescentes, sendo essas diferenças estatisticamente significantes. A proporção de crianças em AME nessa faixa etária mais do que dobrou na década. O aumento na prevalência do AME para esse grupo de crianças foi mais expressivo no período de 1999 a 2004, como pode ser melhor observado na Figura 1.

A evolução do AM em menores de 6 meses, na década estudada, foi positiva, com

Tabela 1. Prevalência dos diferentes tipos de aleitamento materno em crianças de faixas etárias selecionadas nos anos de 1995, 1999 e 2004. Botucatu, SP, 2004.

Faixa etária	Ano			Diferença % de prevalência e valor de <i>p</i>					
	1995 (%)	1999 (%)	2004 (%)	1999 - 1995		2004 - 1999		2004 - 1995	
				%	<i>p</i>	%	<i>p</i>	%	<i>p</i>
<i>0-1 meses</i>	<i>n=88</i>	<i>n=82</i>	<i>n=80</i>						
AME	43,2	36,6	48,8	- 15,3	0,3800	33,3	0,12	13,0	0,120
AMP	34,1	28,0	21,3	- 17,9	0,3900	- 23,9	0,298	- 37,5	0,298
AM	92,1	92,7	95,0	0,6	0,8800	2,5	0,528	3,1	0,542
<i>0-4 meses</i>	<i>n=506</i>	<i>n=420</i>	<i>n=412</i>						
AME	19,1	22,6	36,9	18,3	0,0450	63,3	<0,0001	93,2	<0,0001
AMP	34,2	25,7	16,5	- 24,8	0,0006	- 35,8	0,001	- 51,7	<0,0001
AM	79,8	77,9	83,7	- 2,4	0,4650	- 7,4	0,0315	4,9	0,128
<i>0-6 meses</i>	<i>n=792</i>	<i>n=643</i>	<i>n=611</i>						
AME	13,0	16,5	29,6	26,9	0,0100	79,4	<0,0001	127,7	<0,0001
AMP	29,9	19,7	12,9	- 34,1	<0,0001	- 34,4	<0,001	- 56,7	<0,0001
AM	70,3	71,8	79,2	2,1	0,6670	10,3	0,0011	12,7	0,0002
<i>0-12 meses</i>	<i>n=1.509</i>	<i>n=1.273</i>	<i>n=1.235</i>						
AM	53,5	53,0	61,7	-0,9	<i>p</i> =0,81	16,5	<i>p</i> =0,0001	15,3	<i>p</i> =0,0001

AME: aleitamento materno exclusivo; AMP: aleitamento materno predominante; AM: aleitamento materno.

elevações estatisticamente significantes nas comparações 2004 com 1999 e 2004, com 1995. Em 2004, cerca de 80% das crianças menores de seis meses eram amamentadas, quase 30% de modo exclusivo.

A prevalência do aleitamento materno em menores de 1 ano manteve-se praticamente a mesma na primeira metade do período, quando comparados os anos de 1995 e 1999, e apresentou pequeno aumento de 1999 a 2004. Na década, a diferença percentual de prevalência foi de 15,3%, $p < 0,001$. A Figura 1 destaca a tendência na década da prevalência de AM em menores de 12 meses.

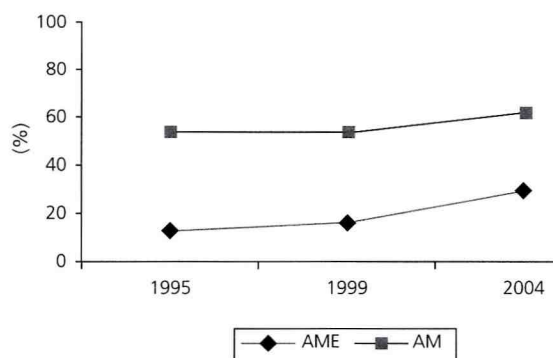


Figura 1. Tendência da prevalência do aleitamento materno exclusivo (AME) em menores de 6 meses e do aleitamento materno (AM) em menores de 12 meses, nos anos de 1995, 1999 e 2004. Botucatu, 2004.

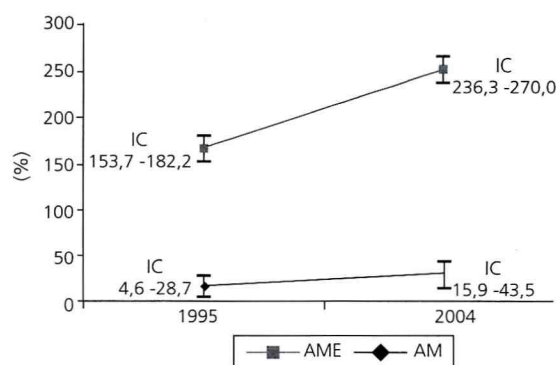


Figura 2. Tendência da duração mediana do aleitamento materno exclusivo e do aleitamento materno (dias), com os respectivos intervalos de confiança (IC), para os anos de 1995 e 2004. Botucatu, SP, 2004.

A duração mediana, com os respectivos intervalos de confiança, do AME e do AM é mostrada na Figura 2. Como essas informações não estão disponíveis para o estudo realizado em 1999, são apresentados, na referida Figura, apenas os dados de 1995 e 2004.

A duração mediana do AME em 1995 foi 17 dias, aumentando para 31 dias em 2004. Assim, a diferença de mediana na década para essa categoria de aleitamento foi 14 dias (aumento percentual de 82,0%). Para o aleitamento materno, a mediana aumentou de 167 dias em 1995 para 252 dias em 2004, com diferença de 85 dias (aumento percentual de 50,9%).

DISCUSSÃO

Analizando a tendência das diferentes categorias do aleitamento materno no município de Botucatu, SP, nos últimos 10 anos, pode-se observar que, de uma maneira geral, houve melhora nos indicadores, principalmente para o AME (mais significativa), mas também para o AM. A revisão de publicações brasileiras revela que essa mesma tendência foi observada para o País inteiro e em vários municípios nas décadas de 80 e 90²⁵.

A comparação dos três inquéritos mostrou diferenças pequenas, que não alcançaram significância estatística, nas prevalências de crianças menores de 1 mês em aleitamento materno, seja de modo exclusivo, predominante ou apenas crianças amamentadas (AM). As altas prevalências de AM nesse grupo etário, nos 3 estudos, indicam que praticamente todas as crianças do município iniciam a amamentação após o nascimento. As prevalências de AM nessa faixa etária em Botucatu, SP, nos 3 anos estudados, são um pouco maiores que a encontrada em 2000 (90,3%) por Montrone & Arantes²⁶, mediante estudo realizado com a mesma metodologia, no município de São Carlos, SP, cidade com porte semelhante ao de Botucatu, SP.

Com relação ao AME em menores de um mês, a situação atual em Botucatu, SP, ainda é

inferior à de alguns municípios do mesmo estado, como São Carlos, SP²⁶ (52,4%) e Itapira, SP²⁷ (64,8%). Em 2004, em Botucatu, SP, mais da metade das crianças nessa idade já recebia água, chás ou outros leites.

Para as crianças com idade até 4 meses, merece destaque o grande aumento na prevalência do AME, já que, em 2004, 36,9% dessas crianças recebiam exclusivamente leite materno, enquanto que em 1995 a prevalência era de apenas 19,1%. Na verdade, o aumento foi mais expressivo de 1999 para 2004. Estudo realizado em 84 municípios paulistas em 1998, já citado, mostrou que apenas 32,0% deles apresentavam prevalência de AME, em menores de 4 meses, superior a 20,0%¹⁵. Também foi importante a queda na prevalência do AMP, evidenciando uma melhora no nocivo padrão de introdução precoce de outros líquidos à alimentação infantil. A magnitude dessa mudança pode ser percebida quando se avalia a diferença percentual de prevalência do AME nessa faixa etária na década: 93,2%.

Uma possível explicação para a tendência positiva do AME seria a melhoria das práticas de cuidado de mães e recém-nascidos nas maternidades. Esta hipótese se apóia em evidências do estudo sobre situação do aleitamento em municípios paulistas: crianças cujas mães residiam em locais onde inexistia Hospital Amigo da Criança (HAC) tinham 2,2 vezes mais chances de receber precocemente outros líquidos e alimentos nos primeiros quatro meses de vida¹⁵. Em Botucatu, SP, até o momento, não existe HAC, mas há um movimento nesse sentido, iniciado no final da década de 90 no Hospital das Clínicas, hospital de referência para o parto de médio e alto risco na região e que, pela presença de seus docentes e alunos, também exerce considerável influência em outra maternidade desse município. É possível que esse seja um fator a explicar a evolução positiva do AME em menores de 4 e também em menores de 6 meses, ocorrida principalmente, entre 1999 e 2004. Em relação às crianças menores de 6 meses, merece destaque o aumento expressivo do AME: mais de 127,0%.

Diante dos dados da literatura^{6,28}, pode-se supor que a tendência positiva do AME detectada possa exercer um efeito positivo sobre os coeficientes de morbimortalidade infantil no município.

Para o conjunto de crianças com até 1 ano, a prevalência da amamentação cresceu na segunda metade da década estudada, alcançando, em 2004, 61,7%. Esse índice é, até certo ponto, surpreendentemente melhor do que o encontrado em Pelotas, RS²⁹ no ano de 1993, e em comunidades do Nordeste da Bahia³⁰, no período de 1988 a 1989, onde apenas 23,1% e 12,5% das crianças nessa faixa etária recebiam leite materno, respectivamente. Entretanto, diferenças na época de realização desses estudos limitam tais comparações.

Uma maneira mais sintética de avaliar a tendência do aleitamento materno é comparar as medianas obtidas na década: houve aumento, passando de 167 dias (5,5 meses) em 1995 para 252 dias (8,4 meses) em 2004, este último valor semelhante ao encontrado em estudos realizados entre 1996 e 1997 em Florianópolis, SC³¹ (238 dias) e Montes Claros, MG³² (261 dias) e superior ao encontrado em Ouro Preto, MG no mesmo período (198 dias)³³.

O último dado brasileiro sobre duração mediana do AM disponível é da Pesquisa Nacional sobre Demografia e Saúde, desenvolvida em São Paulo, Rio de Janeiro e várias regiões do País e que apontou duração mediana do AM de 210 dias²⁵. Entretanto, deve-se ponderar que aquela pesquisa foi realizada em 1996 e já apontava tendência de aumento na duração mediana do AM.

Para o aleitamento materno exclusivo, a duração mediana obtida em 2004 foi de 31 dias, 14 dias a mais que a verificada em 1995. Comparando com dados de 1996 e 1997, o valor obtido em 2004, neste estudo, foi superior aos encontrados nas cidades de Montes Claros, MG³² (27 dias) e Ouro Preto, MG³³ (17 dias), mas inferior à mediana de Florianópolis, SC (53 dias)³¹. Porém, deve ser considerado que, entre 1996 e 2004, a situação nos municípios citados pode ter melhorado, já que essa é a tendência nacional.

Em síntese, detectou-se expressiva elevação do AME em menores de quatro e de seis meses no período de 1995 a 2004, particularmente entre 1999 e 2004, e elevação mais discreta do AM.

Embora não tenha sido objetivo deste estudo identificar as causas das mudanças ocorridas, podem ter contribuído com a melhoria observada: a criação do Banco de Leite Humano na maternidade terciária do município, em 1999, bem como a intenção desta em se qualificar, com vistas a receber o título de Hospital Amigo da Criança; a mudança na atenção básica do município, com a criação de unidades de Saúde da Família e o aumento no número dos profissionais de saúde envolvidos com a amamentação no município. Tais fatos apóiam evidências da literatura de que, no que diz respeito ao aleitamento materno, o potencial de influência dos serviços e dos profissionais de saúde é grande.

A situação da amamentação encontrada em Botucatu, SP, em 2004, indica padrões melhores do que aqueles verificados para esse município em meados da década de 90, bem como para outros municípios brasileiros nos anos de 1996 e 1997, embora aquém do preconizado pela OMS¹⁴: leite materno exclusivo até o sexto mês de vida e com alimentos complementares até dois ou mais anos. Assim, apesar da tendência favorável do aleitamento materno em Botucatu, SP, há ainda muito a melhorar, sendo necessário manter as ações de promoção, proteção e incentivo ao aleitamento materno no município.

Estudos de monitoramento das práticas de alimentação infantil devem continuar sendo realizados, pois constituem importante fonte de informação para o planejamento e a avaliação de políticas e programas dirigidos a apoiar e promover o aleitamento materno. Ações específicas para evitar tanto a precoce introdução de líquidos e outros leites nos primeiros meses de vida, quanto para aumentar a duração do aleitamento materno, além do primeiro ano, devem ser implementadas no município.

REFERÊNCIAS

1. Organização Pan-Americana de Saúde. Amamentação; 2003 [acesso em: 18 nov 2003]. Disponível em: <http://www.opas.org.br>
2. Lopes PRA. As vantagens da amamentação. Porque amamentar? In: Rego JD. Aleitamento materno: um guia para pais e familiares. São Paulo: Atheneu; 2002. p.5-21.
3. Vieira GO, Silva TO. Alimentação infantil e morbidade por diarreia. *J Pediatr (Rio J)*. 2003; 79(5): 449-54.
4. Betran AP, Onis M, Lauer JA, Villar J. Ecological study of effect of breastfeeding on infant mortality in Latin America. *Br Med J*. 2001; 323(7308): 303-6.
5. Hop LT, Gross R, Giay T, Sastroamidjojo S, Schultink W, Lang NT. Premature complementary feeding is associated with poorer growth of Vietnamese children. *J Nutr*. 2000; 130(11):2683-90.
6. Victora CG, Vaughan JP, Lombardi C, Fuchs SMC, Gigante LP, Smith PG, et al. Evidence for protection by breastfeeding against infant deaths from infections by diseases in Brazil. *Lancet*. 1987; 2(8554):319-22.
7. World Health Organization. Collaborative Study Team on the Role of Breastfeeding on the prevention of Infant Mortality. Effect of breastfeeding on infant and child mortality due to infectious diseases in less developed countries: a pooled analysis. *Lancet*. 2000; 355(9202):451-5.
8. Zheng T, Holford TR, Mayne ST, Owns PH, Zhang B, Boyle P, et al. Lactation and breast cancer risk: a case control study in Connecticut. *Br J Cancer*. 2001; 84(11):1472-6.
9. Rosenblatt KA, Thomas DB. Lactation and risk of epithelial ovarian cancer. *Int J Epidemiol*. 1993; 22(2):192-97.
10. Commings RG, Klineberg RJ. Breastfeeding and other reproductive factors and risk of hip fracture in elderly women. *Int J Epidemiol*. 1993; 22(4): 684-91.
11. Pisacane A, Impagliazzo N, Russo M, Valiani R, Mandarini A, Florio C, et al. Breast feeding and multiple sclerosis. *Br Med J*. 1994; 308(6941): 1411-2.
12. Kennedy KI, Visness CM. Contraceptive efficacy of lactational amenorrhoea. *Lancet*. 1992; 339(8787): 227-30.
13. Giugliani ERJ. Amamentação exclusiva e sua promoção. In: Carvalho MR, Tamez RN. Amamentação: bases científicas para a prática profissional. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002. p.11-24.

14. World Health Organization. The optimal duration of exclusive breastfeeding. 2001. [cited 2003 18 Nov]. Available from: URL: <http://www.who.int>
15. Venâncio SI, Escuder MML, Kitoko P, Rea MF, Monteiro CA. Frequência e determinantes do aleitamento materno em municípios do Estado de São Paulo. *Rev Saúde Pública*. 2002; 36(3):313-8.
16. Brasil. Ministério da Saúde. Prevalência (%) e intervalo de confiança de aleitamento materno exclusivo, segundo regiões e capitais - Brasil. 1999 [acesso em 17 nov 2003]. Disponível em: URL: <http://www.aleitamento.gov.br>
17. Rea MF. Reflexões sobre amamentação no Brasil: de como passamos a 10 meses de duração. *Cad Saúde Pública*. 2003; 19(1):537-45.
18. Carvalhaes MABL, Parada CMGL, Manoel CM, Venâncio SY. Diagnóstico da situação do aleitamento materno em área urbana do sudeste do Brasil: utilização de metodologia simplificada. *Rev Saúde Pública*. 1998; 32(5):430-6.
19. Costa ACM, Carvalhaes MABL, Parada CMGL. A prevalência do aleitamento materno em Botucatu, no ano de 1999. In: 12º Congresso de Iniciação Científica da UNESP; 17-20 out 2000; Brasil. São Paulo: São José do Rio Preto; 2000. p.150.
20. Instituto Brasileiro Geografia e Estatística. Sinopse preliminar do censo demográfico. 2000 [acesso em 1 dez 2003]. Disponível em: URL: <http://www.ibge.gov.br>
21. Brasil. Ministério da Saúde. Informações de saúde - Brasil. 2004 [acesso em 19 jan 2004]. Disponível em: URL: <http://www.datasus.gov.br>
22. World Health Organization. Division of Child Health and Development. Indicators for assessing breastfeeding practices. Geneva; 1991.
23. Ferreira MU, Cardoso MA, Santos AL, Ferreira CS, Szarfarc SC. Rapid epidemiologic assessment of breastfeeding practices: probit analysis of current status data. *J Trop Pediatr*. 1996; 42(1):50-3.
24. Vieira S. Bioestatística: tópicos avançados. São Paulo: Atlas; 2004.
25. Lamounier JA. Tendências do aleitamento materno no Brasil. *Rev Med Minas Gerais*. 1999; 9(2): 54-65.
26. Montrone VC, Arantes CIS. Prevalência do aleitamento materno na cidade de São Carlos, São Paulo. *J Pediatr (RJ)*. 2000; 76(2):138-42.
27. Audi CAF, Corrêa AMS, Latorre MRDO. Alimentos complementares e fatores associados ao aleitamento materno e ao aleitamento materno exclusivo em lactentes até 12 meses de vida em Itapira, São Paulo, 1999. *Rev Bras Saúde Materno Infant*. 2003; 3(1):85-93.
28. Woolridge MW, Phil D, Baum JD. Recent advances in breastfeeding. *Acta Pediatr*. 1993; 35(1):1-12.
29. Horta BL, Olinto MTA, Victora CG, Barros FC, Guimarães PRV. Amamentação e padrões alimentares em crianças de duas coortes de base populacional no Sul do Brasil: tendências e diferenças. *Cad Saúde Pública*. 1996; 12(1):43-8.
30. Assis AMO, Prado MSP, Freitas MCS, Silva RCR, Ramos LB, Machado AD. Prática do aleitamento materno em comunidades rurais do semi-árido baiano. *Rev Saúde Pública*. 1994; 28(5):380-4.
31. Kitoko PM, Réa MF, Venâncio SI, Vasconcelos ACCP, Santos EKAS, Monteiro CA. Situação do aleitamento materno em duas capitais brasileiras: uma análise comparada. *Cad Saúde Pública*. 2000; 16(4):1111-9.
32. Caldeira AP, Goulart EMA. A situação do aleitamento materno em Montes Claros, Minas Gerais: estudo de uma amostra representativa. *J Pediatr (Rio J)*. 2000; 76(1):65-72.
33. Passos MC, Lamounier JA, Silva CAM, Freitas SN, Baudson MFR. Práticas de amamentação no município de Ouro Preto, MG, Brasil. *Rev Saúde Pública*. 2000; 34(6):617-22.

Recebido em: 31/3/2005

Versão final reapresentada em: 21/8/2006

Aprovado em: 21/12/2006

Ingestão de cálcio e indicadores antropométricos entre adolescentes

Calcium intake and anthropometric indicators in adolescents

Luana Caroline dos SANTOS¹

Lígia Araújo MARTINI¹

Sílvia Nascimento de FREITAS²

Isa de Pádua CINTRA³

RESUMO

Objetivo

Este estudo teve como objetivo investigar a relação da ingestão de cálcio com indicadores antropométricos de adolescentes.

Métodos

Foram avaliados 507 alunos de duas escolas públicas e uma particular de Ouro Preto, Minas Gerais, por meio de questionário sobre condições socioeconômicas, avaliação da maturação sexual, antropometria, composição corporal e consumo alimentar.

Resultados

A ingestão média de cálcio foi 703,7 (396,0) mg/dia, sendo a maior ingestão verificada na escola de maior nível socioeconômico. Apenas 8% dos adolescentes apresentavam ingestão superior à ingestão adequada. Houve associação negativa do cálcio, ajustado para o índice de massa corporal ($r=-0,203$, $p=0,001$), na escola de médio nível socioeconômico e nos adolescentes com ingestão desse mineral entre 400 e 800mg/dia ($r=-0,134$, $p=0,044$).

Conclusão

Verificou-se ingestão insuficiente de cálcio entre os adolescentes de Ouro Preto, evidenciando a necessidade de estimular o consumo de alimentos fontes desse mineral nesta população.

Termos de indexação: adolescente; antropometria; cálcio; estudantes.

¹ Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, Departamento de Nutrição. Av. Dr. Arnaldo, 715, Cerqueira César, 01246-904, São Paulo, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: L.C. SANTOS. E-mail: <luanacs@usp.br>.

² Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Nutrição, Departamento de Nutrição Clínica e Social. Ouro Preto, MG, Brasil.

³ Universidade Federal de São Paulo, Centro de Atendimento e Apoio ao Adolescente, Departamento de Pediatria. São Paulo, SP, Brasil.

ABSTRACT

Objective

This study was undertaken to determine the relationship between calcium intake and anthropometric indicators in adolescents.

Methods

Students (n=507) from two public and one private schools of Ouro Preto, Minas Gerais, were assessed by means of a questionnaire on socioeconomic conditions, sexual maturity, anthropometry, body composition and food intake.

Results

The mean calcium intake was 703.7 (396.0) mg/day and the school with the highest socioeconomic level presented the highest mean intake. Only 8% of the adolescents presented an intake above the recommended intake. Body mass index was inversely associated with calcium ($r=-0.203$, $p=0.001$) in the school of intermediate socioeconomic level and also in adolescents with dietary calcium intake between 400 and 800 mg/day ($r=-0.134$, $p=0.044$).

Conclusion

These results showed that calcium intake was insufficient among the adolescents of Ouro Preto, indicating the need to stimulate the consumption of calcium-rich foods in this population.

Indexing terms: adolescent; anthropometry; calcium; students.

INTRODUÇÃO

A ingestão adequada de cálcio na adolescência é de suma importância, tendo em vista que o acúmulo de massa óssea ocorre desde o início da puberdade até a segunda década de vida. Essa fase é crucial para a prevenção de problemas ósseos futuros, como osteoporose, atual problema de saúde pública no cenário mundial¹. Além da importância do cálcio na manutenção da integridade do esqueleto, estudos recentes têm investigado um papel adicional desse mineral na prevenção de doenças crônicas, como a hipertensão e a obesidade^{2,3}.

Na década de 80, estudos epidemiológicos verificaram uma associação negativa entre o consumo de cálcio e determinadas medidas antropométricas. McCarron⁴ verificou, a partir dos dados do *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES I), uma associação inversa entre ingestão de cálcio e peso corporal da população norte-americana. Zemel et al.³ verificaram, entre os participantes do NHANES III (1991-1994), uma redução progressiva no risco de obesidade a cada aumento no quartil de ingestão de cálcio, após ajuste pela idade, sexo, raça e consumo energético. Entre aqueles cujo

consumo correspondia à recomendação de cálcio, o risco de estar no maior quartil de gordura corporal foi reduzido em 85%. Estudos clínicos também encontraram resultados similares^{5,6}.

Sabe-se que um acréscimo da ingestão de cálcio contribui para um aumento na excreção fecal de ácidos graxos, tendo em vista a formação de sabões insolúveis no intestino⁷. Porém, embora esse efeito possa contribuir para um balanço energético negativo, ele é pouco significativo para explicar a redução da massa corporal observada nos diferentes estudos^{2,3,7}.

O mecanismo provável para a associação do cálcio com a adiposidade resulta de estudos do mecanismo de ação do agouti, gene relacionado à obesidade, o qual é expresso nos adipócitos. Demonstrou-se que este estimula o influxo de cálcio em uma variedade de células e promove estoque de energia nos adipócitos, por meio do estímulo da expressão e da atividade da enzima ácido graxo sintase, chave na lipogênese *de novo*, ao mesmo tempo em que inibe a lipólise basal⁸. Esta acontece porque o aumento do cálcio intracelular é ligado à ativação direta da enzima fosfodiesterase-3B, que resulta em diminuição do AMPc (adenosina 3',5' monofosfato cíclico) e na

MÉTODOS

consequente redução da habilidade dos agonistas em estimular a fosforilação e a ativação da enzima lipase hormônio-sensível⁹.

Zemel et al.³ verificaram que a concentração do cálcio intracelular pode ser regulada pelos níveis de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ e do hormônio da paratireóide (PTH), ambos modulados pela ingestão de cálcio. Um consumo insuficiente desse mineral contribui para a elevação dos níveis de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ e PTH, promovendo o influxo de cálcio no adipócito e o conseqüente aumento da lipogênese e a redução da lipólise.

A maioria dos estudos que registraram a relação entre consumo de cálcio, peso e gordura corporal é realizada em adultos. Os dados em crianças e adolescentes são limitados e controversos. Chan et al.¹⁰ não encontraram associação entre o consumo de produtos lácteos e a composição corporal de 48 meninas púberes, após 12 meses de intervenção dietética. Phillips et al.¹¹ observaram resultados similares em um estudo prospectivo (1990-1993) de avaliação do crescimento e desenvolvimento, com 178 meninas com idade entre 8 e 12 anos.

Carruth & Skinner¹², no entanto, demonstraram o papel do cálcio dietético na predição da gordura corporal em crianças (24 a 60 meses). Nesse estudo, a maior média de ingestão de cálcio e a maior frequência de consumo de produtos lácteos foram associadas com a menor gordura corporal ($p=0,0003$). Skinner et al.¹³ mostraram, em um estudo prospectivo com a mesma população, aos 8 anos de idade, que 5% a 9% da variabilidade da gordura corporal eram explicados pelo teor de cálcio da dieta.

Análises retrospectivas dos estudos clínicos mostram que a ingestão de cálcio poderia explicar de 3% a 10% da variabilidade do peso corporal^{2,13}. Essa parcela pequena, porém significativa, poderia ser mais um importante fator a ser considerado no difícil tratamento do excesso de peso, sobretudo entre adolescentes. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar a relação da ingestão de cálcio com os indicadores antropométricos de adolescentes do município de Ouro Preto, Minas Gerais.

Participaram do estudo alunos do ensino fundamental e médio de três escolas do município de Ouro Preto, sendo duas públicas e uma particular. Todas as 29 escolas do município com estudantes na faixa etária do estudo foram convidadas a participar do estudo, sendo avaliadas apenas aquelas nas quais a diretoria e o corpo docente assinaram um termo de consentimento para a realização do mesmo. Uma das escolas foi sorteada para realização de um estudo piloto. A seleção dos adolescentes em cada escola foi aleatória, por meio de sorteio, e proporcional ao número total de alunos matriculados. A amostra foi pareada por idade e sexo e representou, aproximadamente, 30% dos adolescentes de cada escola. O total de adolescentes avaliados contemplou quase 9% dos adolescentes deste município, segundo o censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 2000. Os critérios de inclusão foram: idade entre 10 e 19 anos, ser aluno regular da escola avaliada e apresentar o consentimento dos pais para a participação no estudo. Não foram incluídos adolescentes com membros amputados e gestantes.

As condições socioeconômicas (renda familiar, gastos com a alimentação, condições de moradia, ocupação e escolaridade dos pais) foram avaliadas por meio de um questionário previamente testado em um estudo piloto. Realizou-se também avaliação antropométrica e da composição corporal, avaliação do consumo alimentar, e avaliação dos estágios de maturação sexual, conforme o descrito a seguir.

A partir da análise das condições socioeconômicas (renda total da família, despesas com alimentação, moradia, número de moradores/dependentes, escolaridade e ocupação dos pais) as escolas foram classificadas como (1) escola particular - maior nível socioeconômico (maior média de renda mensal *per capita* e maior escolaridade dos pais), (2) escola pública de médio nível socioeconômico e (3) escola pública de baixo nível socioeconômico (menor média de renda mensal *per capita*, quando comparada às demais, e menor escolaridade dos pais).

Foram aferidos o peso, a estatura, as circunferências (cintura e quadril) e as dobras cutâneas (tricipital e subescapular), conforme as técnicas preconizadas por Frisancho¹⁴.

O peso foi obtido com o uso de balança eletrônica do tipo plataforma com capacidade para 150kg e escala em 100g (Tanita TFB-512®). A estatura foi verificada com uma fita métrica com 2 metros de extensão (dividida em centímetros e subdivida em milímetros), flexível e inextensível, devidamente afixada em uma superfície lisa e perpendicular ao chão. Esses dados foram utilizados para cálculo do índice de massa corporal (IMC), definido como massa corporal em quilos dividido pela estatura em metro elevada ao quadrado (kg/m^2), e posterior classificação de acordo com os critérios propostos pela Organização Mundial de Saúde de 1995, a partir das curvas do *National Center for Health Statistics*, CDC 2000.

Para a aferição das circunferências utilizou-se uma fita métrica, flexível e inextensível. As dobras cutâneas foram aferidas por meio do equipamento *Lange Skinfold Caliper®* (Beta Technology Incorporated Cambridge, Maryland). O percentual de gordura corporal foi obtido a partir da fórmula proposta por Slaughter et al.¹⁵.

O consumo alimentar foi avaliado por meio do questionário de frequência alimentar semi-quantitativo¹⁶, com o auxílio de um registro fotográfico de utensílios e porções alimentares¹⁷. O questionário foi previamente testado, em um estudo piloto, e adaptado para a realização do presente trabalho.

Os dados obtidos na frequência alimentar foram convertidos em gramas e analisados com o auxílio do programa Virtual-Nutri 1.0. Os resultados foram avaliados segundo proposta das *Dietary Reference Intakes*¹⁸ para esse estágio de vida.

Os estágios de maturação sexual foram determinados por meio de uma auto-avaliação, com o auxílio de planilhas com desenhos específicos para cada sexo, conforme proposto por Tanner¹⁹. A classificação dos estágios puberais (pré-púbere, púbere e pós-púbere) foi realizada conforme os critérios do mesmo autor¹⁹.

Para a análise estatística realizou-se o teste Kolmogorov-Smirnov, para avaliar a aderência das variáveis à distribuição normal. Verificou-se que as variáveis referentes ao consumo alimentar não apresentaram uma distribuição homogênea, assim como a idade, a circunferência da cintura e a gordura corporal. Aplicou-se a transformação logarítmica dessas variáveis visando à conversão da distribuição à normalidade, entretanto alguns, mesmo com a transformação, não aderiram à distribuição normal. Assim, foram utilizados testes não paramétricos (Mann-Whitney, Kruskal-Wallis e correlação de Spearman) e testes paramétricos. Foram aplicados, também, a análise de comparações múltiplas (ANOVA), o teste Tukey-HSD, além de modelos de regressão linear.

Para controlar o efeito do consumo de energia na relação cálcio e massa corporal, realizou-se o ajuste da ingestão de cálcio pela energia da dieta, por meio do método do nutriente residual, proposto por Willet & Stampfer²⁰. Utilizou-se o programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 12.0 e foi considerado um grau de significância de 5%.

Os participantes do estudo, bem como os seus responsáveis, receberam informações detalhadas sobre a avaliação e assinaram um termo de consentimento. O protocolo foi aprovado pelo Comitê de ética da Universidade Federal de Ouro Preto.

Os resultados serão apresentados na forma de média e desvio padrão, além da mediana e intervalo de confiança de 95%, quando os dados não apresentarem distribuição normal.

RESULTADOS

A população de estudo constituiu-se de 536 adolescentes, reduzida para 507 após análise de consistência do banco de dados. Foram excluídos aqueles com dados incompletos ($n=15$) e aqueles com consumo energético discrepante ($n=14$): inferior a 500Kcal e superior a 6000kcal²¹. Verificou-se um percentual de recusa à participação

inferior a 15% e não houve diferença significativa em relação às perdas e recusas entre as escolas.

As características dos participantes do estudo encontram-se na Tabela 1. A média de idade dos adolescentes foi 14,40 (2,25) anos (mediana: 14,42 anos), com idade mínima de 10 anos e máxima de 18,9 anos, sendo 52,70% do sexo feminino. A maioria dos participantes deste estudo (90,73%) foi classificada como púbere, enquanto 3,94% e 5,13% como pré e pós-púberes, respectivamente.

Verificou-se uma prevalência de 6,10% de baixo peso e 11,10% de excesso de peso nesta população, sem diferença entre os sexos (9,2% de sobrepeso nos meninos e 8,60% nas meninas e 1,30% e 3,00% de obesidade nos meninos e nas meninas, respectivamente, $p=0,350$). Não houve diferença significativa entre o estado nutricional dos adolescentes e a mediana dos indicadores antropométricos entre as escolas. Entretanto, foi encontrada diferença entre o percentual de gordura corporal e os estágios de maturação sexual entre as meninas, sendo o maior percentual observado naquelas pós-púberes (35,77, desvio-padrão – DP=7,99%; mediana 36,50%; $p<0,05$). A média e a mediana do percentual de gordura corporal verificadas nas meninas púberes e pré-púberes foram 29,09, DP=7,14% (mediana: 28,00%) e 21,83, DP=5,17 (mediana 20,00%), respectivamente.

A ingestão média de cálcio dos adolescentes foi 703,68, DP=396,04mg/dia, sem diferença estatisticamente significativa entre os sexos, $p=0,145$ (Tabela 2). Os meninos apresentaram maior ingestão desse mineral, porém essa diferença pode estar associada ao maior consumo de energia verificado no sexo masculino (2759,93 DP=1206,35kcal: mediana: 2454,57kcal), quando comparado ao consumo do sexo feminino (2524,10 DP=1167,97kcal: mediana: 2280,54kcal; $p=0,02$).

Em relação à ingestão de cálcio segundo os níveis socioeconômicos, verificou-se que a maior ingestão ocorreu na escola de maior nível (E1), sendo esta superior às demais escolas (Tabela 2).

A avaliação da ingestão de cálcio de cada escola, segundo os sexos, não constatou diferença significativa (Tabela 3).

Quanto à maturação sexual, verificou-se uma ingestão de cálcio inferior pelos pré-púberes (554,44, DP=335,09mg/dia), quando comparada aos púberes (700,01, DP=393,57mg/dia) e pós-púberes (883,63, DP=432,92mg/dia), sendo essa diferença estatisticamente significativa entre os estágios puberais.

Tabela 1. Características gerais dos adolescentes segundo o tipo de escola. Ouro Preto, MG, 2002.

	Escola 1 (n=100)	Escola 2 (n=156)	Escola 3 (n=251)
Idade (anos) ¹	15,0	14,0	15,0
Meninos (%)	42,0	48,0	49,0
Meninas (%)	58,0	51,9	51,0
Pré-púbere (%)	1,0	7,5	2,8
Púbere (%)	95,0	85,9	92,4
Pós-púbere (%)	4,0	6,4	4,8
Baixo peso (%)	6,0	6,4	5,9
Eutrofia (%)	82,0	82,7	83,3
Excesso de peso ²	12,0	10,9	10,8

¹Mediana ; ²Sobrepeso/obesidade.

Tabela 2. Ingestão de cálcio entre adolescentes, segundo o sexo e o nível socioeconômico das escolas. Ouro Preto, MG, 2002.

População	Ingestão mediana de cálcio (mg/dia)*	log Ca ajustado**	
		M	DP
Total (n=507)	612,25 (669,12 – 738,24)	2,78	0,17
Sexo			
Meninos (n=240)	639,53 (681,56 – 779,71)	2,78	0,14
Meninas (n=267)	590,66 (630,76 – 728,14)	2,77	0,18
Escola			
1 (n=100)	782,04 (774,54 – 947,48)	2,83	0,15 ^{1,2}
2 (n=156)	643,66 (662,52 – 784,78)	2,78	0,19 ¹
3 (n=251)	563,20 (583,12 – 674,07)	2,76	0,16 ²

*Ingestão de cálcio em mediana e intervalo de confiança (95%); ** Ingestão de cálcio ajustada pela energia proveniente da dieta. ¹diferença entre a escola 1 e 2: $p=0,029$; ²diferença entre a escola 1 e 3: $p=0,001$; Não houve diferença significativa entre os sexos nas escolas 2 e 3 ($p>0,05$).

M: média; DP: desvio-padrão; Escolas: 1=maior nível socioeconômico, 2=médio nível socioeconômico, 3=baixo nível socioeconômico.

Tabela 3. Ingestão de cálcio entre adolescentes, segundo o sexo e a escola. Ouro Preto, MG, 2002.

Escolas	Ingestão mediana de Cálcio (mg/dia)*		log ca ajustado**			
	Meninos	Meninas	Meninas		Meninas	
			M	DP	M	DP
Escola 1 (n=100)	801,81 (769,84 - 1042,32)	760,04 (713,83 - 942,91)	2,82	0,14	2,84	0,16
Escola 2 (n=156)	675,68 (684,25 - 860,03)	568,00 (593,04 - 764,13)	2,77	0,16	2,78	0,21
Escola 3 (n=251)	582,46 (583,56 - 707,28)	518,22 (545,24 - 679,61)	2,77	0,13	2,74	0,18

* Ingestão de cálcio em mediana e intervalo de confiança (95%); ** Ingestão de cálcio ajustada pela energia proveniente da dieta; Escolas: 1=maior nível socioeconômico; 2=médio nível socioeconômico; 3=baixo nível socioeconômico; M: média; DP: desvio-padrão.

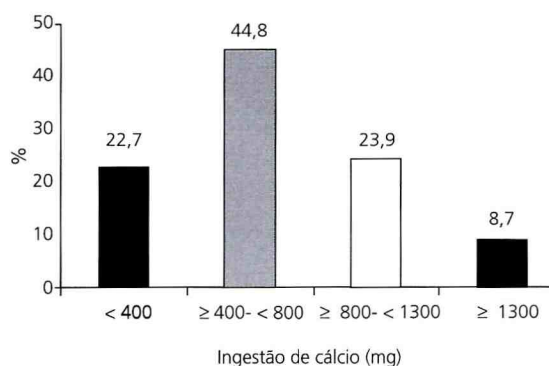
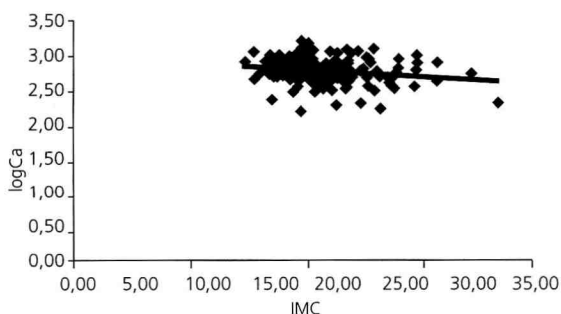
Com relação à adequação da ingestão de cálcio, verificou-se que apenas 8% dos adolescentes (n=44) apresentavam ingestão superior à Ingestão Adequada (AI), proposta pelas *Dietary Reference Intakes*¹⁸ (Figura 1).

O estudo da relação do cálcio, ajustado para o IMC, com os indicadores antropométricos pelas escolas, mostrou correlação negativa na escola 2 ($r=-0,208$, $p=0,001$) (Figura 2). Já quando a análise foi realizada por níveis de ingestão, verificou-se associação inversa da ingestão de cálcio com o IMC ($r=-0,134$, $p=0,044$) entre os adolescentes com ingestão desse mineral entre 400 e 800mg/dia. Houve avaliação dos indicadores antropométricos entre os quartis e os quintis de ingestão de cálcio, porém sem diferenças significantes entre os mesmos.

Não foi identificada correlação entre a ingestão de cálcio ajustada pela circunferência da cintura e o percentual de gordura corporal, calculado a partir das dobras cutâneas.

Na análise de regressão linear verificou-se que, na escola 2, um aumento de 100mg na ingestão de cálcio, ajustado para energia da dieta, idade, sexo e maturação sexual, associa-se a uma redução de 0,2 unidades do IMC ($r^2=0,24$; $p<0,05$). O modelo, contudo, não foi significativo para o total de alunos da amostra.

Ao considerar as circunferências e o percentual de gordura corporal como variáveis dependentes, também não houve significância estatística com a ingestão de cálcio, segundo os modelos de regressão linear utilizados.

**Figura 1.** Distribuição percentual dos adolescentes segundo faixas de ingestão de cálcio. Ouro Preto, MG, 2002.**Figura 2.** Correlação entre a ingestão de cálcio, ajustada pela energia (logaritmo), e o Índice de Massa Corporal (kg/m^2), em escola de médio nível socioeconômico (escola 2). Ouro Preto, MG, 2002.

DISCUSSÃO

No Brasil, investigações relativas à ingestão de cálcio por adolescentes são escassas e, em sua maioria, se referem à região Sudeste. Neste estudo, as médias de ingestão de cálcio foram de 730,63mg/dia e 679,45mg/dia, entre os meninos e as meninas, respectivamente, semelhante a outros estudos realizados no estado de São Paulo. Albano & Souza²² verificaram, em estudo transversal com 92 adolescentes de uma escola pública do município de São Paulo, uma ingestão de cálcio de 819,7, DP=397,9 mg, entre os meninos, e de 579,9 DP= 378,6mg entre as meninas.

O presente estudo avaliou a ingestão desse mineral em adolescentes de três níveis socioeconômicos em uma região de diferentes hábitos alimentares, comparada ao estado de São Paulo, segundo levantamento realizado pelo Instituto Nacional do Câncer²³. Na região avaliada, apenas 8% dos adolescentes apresentaram ingestão de cálcio superior à recomendação das DRIs para esse estágio de vida. Tal resultado sugere ingestão insuficiente do mineral por 92% da população, podendo-se traduzir em riscos futuros para esse grupo.

Observou-se, também, que os adolescentes da escola pública de menor nível socioeconômico apresentaram ingestão de cálcio significativamente menor. Provavelmente, tal fato se deve ao elevado custo das principais fontes desse mineral (leite, iogurtes, queijos, vegetais verde-escuros etc.)²⁴. Dados semelhantes foram demonstrados por Garcia et al.²⁵, que, em um Centro de Juventude de São Paulo, instituição que abriga apenas adolescentes de baixo nível socioeconômico, verificaram uma ingestão de cálcio aproximada de 580mg entre os meninos e de 421mg entre as meninas.

A ingestão diminuída de cálcio torna-se preocupante, considerando a sua importância na adolescência. A menor ingestão desse mineral pelos adolescentes pré-púberes merece ainda maior destaque, tendo em vista a maior necessidade de cálcio nessa fase, para garantir o crescimento adequado. A reduzida ingestão desse

mineral nesta fase resulta em menor mineralização óssea, quando comparada a indivíduos da mesma faixa etária que tiveram ingestão adequada de cálcio²⁶.

Deve-se destacar que, apesar da limitação da avaliação da maturação sexual por meio da auto-avaliação, esse método foi validado por Saito²⁷ e o torna confiável para utilização em um amplo número de avaliados, como no presente estudo. A análise das características sexuais por um profissional habilitado, certamente, garantiria maior segurança ao diagnóstico, porém tornaria maior a rejeição à participação no estudo por parte das escolas e avaliados.

Além disso, as investigações recentes sobre o papel do cálcio na adiposidade ressaltam a importância do consumo adequado desse mineral^{3,12,13}. Considerando que, na adolescência, ocorre um incremento de 50% na massa corporal total, a manutenção do peso adequado nesse estágio de vida será fundamental para a prevenção do excesso de peso na vida adulta¹.

Estudos realizados com indivíduos com excesso de peso demonstram correlações superiores ($r=0,34$ a $0,68$) entre a ingestão de cálcio e parâmetros antropométricos^{2,3}. No presente estudo a prevalência de sobrepeso e obesidade foi de, aproximadamente, 11%, similar ao verificado por Ribeiro et al.²⁸ em crianças e adolescentes da cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais. Porém, inferior ao demonstrado em estudos nacionais, de 20%, independentemente da condição socioeconômica e do local de avaliação²⁹.

Apesar disso, observou-se que a ingestão de cálcio apresentou correlação negativa com o IMC na escola 2 e na faixa de ingestão de cálcio de 400 a 800mg/dia. Tal resultado, provavelmente, foi associado ao maior número de adolescentes nessa faixa de ingestão. A gordura estimada pela equação de Slaughter et al.¹⁵ a partir das dobras cutâneas não se associou à ingestão de cálcio.

Neste estudo verificaram-se correlações de baixa magnitude, porém significativas entre a ingestão de cálcio e a obesidade. No entanto, pesquisadores relatam que, mais importante que

o grau de correlação entre a ingestão de cálcio e os indicadores antropométricos, é a capacidade, mesmo que pequena, de prevenção e controle da obesidade^{2,30}. Entre os inúmeros fatores envolvidos na etiologia desta doença, poucos são tão susceptíveis à intervenção quanto a ingestão de cálcio, que é um nutriente presente em diversos alimentos e de fácil incorporação na rotina alimentar dos indivíduos. E, como a adolescência é um estágio de vida privilegiado para a implementação e as modificações dos hábitos alimentares, deve-se considerar a oportunidade de incentivar a ingestão de cálcio nessa fase¹.

CONCLUSÃO

Este estudo evidenciou uma ingestão insuficiente de cálcio entre os adolescentes de Ouro Preto. Considerando a importância desse mineral na aquisição de massa óssea e na prevenção de doenças como a hipertensão, o câncer de cólon e, possivelmente, a obesidade, torna-se necessário estimular o consumo de alimentos fontes desse mineral entre esta população.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa Especial de Treinamento (PET) - Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto, pelo auxílio financeiro e pessoal à execução deste projeto.

COLABORADORES

L.C. Santos participou na coleta de dados, análise estatística, discussão dos dados e redação do artigo. L.A. MARTINI participou na análise e discussão dos dados e redação do artigo. S.N. FREITAS e I.P. CINTRA participaram na elaboração do projeto, coordenação da coleta de dados e revisão do artigo.

REFERÊNCIAS

1. Eisenstein E, Coelho KS, Coelho SC, Coelho MA. Nutrição na adolescência. *J Pediatr*. 2000; 76(Supl 3):S263-74.

2. Davies KM, Heaney RP, Recker RR, Lappe JM, Barger-Lux MJ, Rafferty K, et al. Calcium intake and body weight. *J Clin Endocrinol Metab*. 2000; 85(12): 4635-8.
3. Zemel MB, Shi H, Greer B, Dirienzo D, Zemel PC. Regulation of adiposity by dietary calcium. *FASEB J*. 2000; 14(9):1132-8.
4. McCarron DA. Calcium and magnesium nutrition in human hypertension. *Ann Intern Med*. 1983; 98(5 Pt2):800-5.
5. Heaney RP, Davies MD, Barger-Lux MJ. Calcium and weight: clinical studies. *J Am Col Nutr*. 2002; 21(2):152S-5S.
6. Jacqmain M, Doucet E, Després J-P, Bouchard C, Tremblay A. Calcium intake, body composition, and lipoprotein-lipid concentrations in adults. *Am J Clin Nutr*. 2003; 77(6):1448-52.
7. Welberg JW, Monkelbaan JF, de Vries EG, Muskiet FA, Oremus ET, Bousman-Van EKW. Effects of supplemental dietary calcium on quantitative and qualitative fecal fat excretion in man. *Ann Nutr Metab*. 1994; 38(4):185-91.
8. Zemel MB, Kim JH, Woychik RP, Michaud EJ, Kadwell SH, Patel IR, et al. Agouti intracellular calcium: role in the insulin resistance of viable yellow mice. *Proc Natl Acad Sci*. 1995; 92(11): 4733-7.
9. Shi H, Dirienzo D, Zemel MB. Effects of dietary calcium on adipocyte lipid metabolism and body weight regulation in energy-restricted aP2-agouti transgenic mice. *The FASEB J*. 2001; 15(2):291-3.
10. Chan GM, Hoffman K, McMurry M. Effects of dairy products on bone and body composition in pubertal girls. *J Pediatr*. 1995; 126(4):551-6.
11. Phillips SM, Bandini LG, Cyr H, Coldclough-Douglas S, Naumova E, Must A. Dairy food consumption and body weight and fatness studied longitudinally over the adolescent period. *Int J Obes*. 2003; 27(9):1106-13.
12. Carruth BR, Skinner JD. The role of dietary calcium and other nutrients in moderating body fat in preschool children. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2001; 25(4):559-66.
13. Skinner JD, Bounds W, Carruth BR, Ziegler P. Longitudinal calcium intake is negatively related to children's body fat indexes. *J Am Diet Assoc*. 2003; 103(12):1626-31.
14. Frisancho AR. Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status. The University of Michigan Press; 1993.
15. Slaughter M, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, van Loan MD, et al. *Hum Biol*. 1988; 60(5):709-23.

16. Slater B, Philippi ST, Fisberg RM, Latorre MR. Validation of a semi-quantitative adolescents food frequency questionnaire applied at a public school in São Paulo, Brazil. *Eur J Clin Nutr.* 2003; 57(5): 629-35.
17. Zabotto CB, Vianna RPT, Gil MF. Registro fotográfico para inquéritos dietéticos: utensílios e porções. Campinas: Unicamp; 1996.
18. Institute of Medicine. Dietary reference intakes. Calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D, and fluoride. Washington (DC): National Academy Press; 1997.
19. Tanner JM. Growth at adolescence. 2nd ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1962.
20. Willett W, Stampfer M. Implications of total energy intake for epidemiological analyses. In: Willett W. Nutritional epidemiology. 2nd ed. New York: Oxford University Press; 1998.
21. Andrade RG, Pereira RA, Sichieri R. Consumo alimentar de adolescentes com e sem sobrepeso do Município do Rio de Janeiro. *Cad Saúde Pública.* 2003; 19(5):1485-95.
22. Albano RD, Souza SB. Ingestão de energia e nutrientes por adolescentes de uma escola pública. *J Pediatr.* 2001; 77(6):512-6.
23. Brasil. Instituto Nacional de Câncer. Inquérito domiciliar sobre comportamentos de risco e morbidade referida de doenças e agravos não transmissíveis. Rio de Janeiro: INCA/Ministério da Saúde; 2003.
24. Batcher OM, Nichols JM. Identifying important food sources of nutrients. *JNE.* 1984; 16(4): 177-81.
25. Garcia GCB, Gambardella AMD, Frutuoso MFP. Estado Nutricional e consumo alimentar de adolescentes de um centro de juventude de São Paulo. *Rev Nutr.* 2003; 16(1):45-50.
26. Jackman LA, Millane SS, Martin BR, Wood OB, McCabe GP, Peacock M, et al. Calcium retention in relation to calcium intake and postmenarcheal age in adolescent females. *Am J Clin Nutr.* 1997; 66(2): 327-33.
27. Saito MI. Maturação sexual: auto-avaliação do adolescente. *Pediatrics (USP).* 1984; 6(1):111-5.
28. Ribeiro RQC, Lotufo PA, Lamounier JA, Oliveira RG, Soares JF, Botter DA. Fatores adicionais de risco cardiovascular associados ao excesso de peso em crianças e adolescentes. O estudo do coração de Belo Horizonte. *Arq Bras Cardiol.* 2006; 86(6): 408-18.
29. Monteiro PO, Victora CG, Barros FC, Tomasi E. Diagnóstico de sobrepeso em adolescentes: estudo do desempenho de diferentes critérios para o índice de massa corporal. *Rev Saúde Pública.* 2000; 34(5):506-13.
30. Heaney RP. Normalizing calcium intakes: projected population effects for body weight. *J Nutr.* 2003; 133(1):268S-70S.

Recebido em: 21/11/2005

Versão final reapresentada em: 28/2/2007

Aprovado em: 8/3/2007

O Programa Nacional de Alimentação Escolar em município do estado da Paraíba: um estudo sob o olhar dos beneficiários do Programa¹

National School Feeding Program in a municipality of Paraíba state: a study under the viewpoint of those who benefit from the Program

Vanessa Messias MUNIZ²

Alice Teles de CARVALHO²

RESUMO

Objetivo

Analisar a adesão e a aceitação da alimentação escolar e seus determinantes sob o ponto de vista dos beneficiários do Programa Nacional de Alimentação Escolar.

Métodos

A amostra foi aleatoriamente composta por 240 alunos da quarta série de 10 escolas municipais de João Pessoa, Paraíba. A análise das perguntas fechadas do questionário foi realizada utilizando-se frequência simples e teste qui-quadrado. As questões abertas foram categorizadas a partir do conceito central contido nas respostas.

Resultados

A maioria (87,0%) dos escolares considerou a alimentação escolar importante e mais de 90% referiram aderir ao Programa. Desses, 137 (57,3%) consomem a merenda, às vezes, devido, principalmente, à inadequação de algumas preparações ao hábito alimentar. Quanto à aceitação, 196 escolares afirmaram gostar da alimentação, principalmente por ser saborosa. Também foram positivamente referidas as características de: quantidade (79,8%), variedade (92,9%), temperatura (85,8%), tempo disponível para se alimentar (63,0%) e a forma de distribuição (66,5%) da alimentação. Os baixos percentuais de escolares que referiram só freqüentar a escola pela oferta da merenda (0,9%) e deixar de freqüentá-la, caso o Programa de Alimentação Escolar fosse extinto, (4,4%) merecem destaque.

¹ Artigo elaborado a partir da dissertação de V.M. MUNIZ, intitulada "Análise dos fatores envolvidos na aceitabilidade do Programa de Alimentação Escolar no município de João Pessoa, PB, um estudo piloto". Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Paraíba; 2006. Apoio financeiro do CNPq (processo: 133146/2005-7).

² Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Nutrição. Campus Universitário, s/n., CCS, 2º andar, Castelo Branco III, 58059-900, João Pessoa, PB, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: A.T. CARVALHO. E-mail: <aliceretel@terra.com.br>.

Conclusão

A inadequação ao hábito alimentar e o sabor foram os principais motivos referidos pelas crianças para não aderir e aceitar a alimentação, respectivamente. A adequação do cardápio aos hábitos alimentares e a essencialidade do Programa para reduzir a evasão escolar são fatores que requerem maior investigação.

Termos de Indexação: alimentação escolar; avaliação PNAE; avaliação de programas sociais, estudantes.

ABSTRACT

Objective

To analyze the adherence and acceptance of school food and its determinants under the viewpoint of those who benefit from the program.

Methods

The sample consisted of 240 fourth-grade students, randomly selected from 10 public schools in the municipality of João Pessoa, Paraíba. Analysis of the closed questions of the questionnaire was done using simple frequency and the chi-square test. The open questions were categorized based on the central concept of the answers.

Results

Most (87.0%) of the school children considered the Program important and more than 90.0% adhered to it. One hundred and thirty seven (57.3%) of them adhere sometimes, since the food is not always what they are used to eating. Regarding acceptance, 196 school children reported liking the food, mainly because it is tasty. Other characteristics with positive feedback were: quantity (79.8%), variety (92.9%), temperature (85.8%), time available to eat (63.0%) and the way the food was distributed (66.5%). The low percentages of school children who reported only going to school for the food (0.9%) and would drop out of school if the School Feeding Program were canceled (4.4%) are worth mentioning.

Conclusion

The main reasons reported by the children for not adhering to the program were lack of familiarity with the food and taste. Adjusting the menu to the children's eating habits and the importance of the program to diminish school evasion are factors that require further investigation.

Indexing terms: school feeding; PNAE assessment; social program assessment; students.

INTRODUÇÃO

O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) é uma política governamental, de âmbito nacional, que visa a suprir, no mínimo, 15% das necessidades nutricionais dos escolares durante a permanência na escola. O PNAE objetiva, ainda, contribuir para a redução dos índices de evasão escolar, para a formação de bons hábitos alimentares e para o aumento da capacidade de aprendizagem^{1,2}.

Esse Programa atendeu, em 2005, cerca de 37 milhões de alunos matriculados na educação infantil (creches e pré-escolas) e no ensino funda-

mental (1ª a 8ª série) da rede pública e das escolas mantidas por entidades filantrópicas cadastradas no Censo Escolar e registradas no Conselho Nacional de Assistência Social^{1,2}.

Desde 1994, o PNAE funciona de forma descentralizada, segundo os princípios da Lei 8.913/94, a qual estabelece as diretrizes desse processo. A perspectiva foi de permitir uma maior regularização no fornecimento das refeições, possibilitar melhoria na sua qualidade, atender aos hábitos alimentares dos estudantes, incentivar a economia local e regional, diminuir custos operacionais e estimular a participação da comunidade^{1,3-5}.

Em 1999, a forma de gestão escolarizada passou a integrar o conjunto de possibilidades para o gerenciamento do Programa. Nesse tipo de modalidade, a Prefeitura ou a Secretaria Estadual de Educação operam como convenientes, junto ao Ministério da Educação e Cultura (MEC) e ao Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), recebendo os recursos federais e os transferindo diretamente às unidades escolares, que assumem todas as operações do Programa, o que possibilita maior adaptação dos cardápios aos hábitos alimentares dos alunos e incentivo ao desenvolvimento da economia de cada bairro^{1,2,6}.

Os recursos do Programa de Alimentação Escolar são destinados, exclusivamente, à compra de alimentos, devendo 70% desses serem utilizados na aquisição de produtos básicos. Estes devem estar presentes diariamente no cardápio, elaborado e programado por nutricionista habilitado, com a participação do Conselho de Alimentação Escolar (CAE), devendo o índice de aceitabilidade dos cardápios, por parte dos alunos, ser superior a 85%².

O modelo escolarizado de gerenciamento é adotado desde 1999 pelo município de João Pessoa, proporcionando uma maior autonomia das escolas para definir, comprar e administrar a confecção dos cardápios. Atualmente, o sistema de escolarização é adotado em toda a rede de ensino e o órgão gestor do Programa é a Secretaria de Educação do Município (SEDEC).

Uma vez que a forma escolarizada apresenta-se como estratégia para uma maior adequação dos programas municipais de alimentação escolar às metas do PNAE, e reconhecendo que a avaliação do cumprimento dessas metas deve contemplar todos os atores envolvidos na gestão e na operacionalização do Programa, incluindo os seus beneficiários, uma equipe de pesquisadores do Departamento de Nutrição da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) vem desenvolvendo uma pesquisa intitulada Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) no Município de João Pessoa: avaliação do funcionamento e proposta de intervenção, na qual estão inseridos os resultados aqui apresentados.

Frente à premissa segundo a qual a aceitação da alimentação pelos beneficiários está relacionada com a qualidade dos serviços de alimentação prestados pela escola, são apresentados, neste artigo, os resultados do estudo referentes à análise com os escolares. O objetivo é analisar questões relativas à adesão e à aceitação da alimentação escolar e seus determinantes, a partir de uma abordagem quanti-qualitativa dos usuários do PNAE.

MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no município de João Pessoa, tendo sido submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (protocolo 202/05) do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba.

Em análise prévia do número de escolas em funcionamento no município e sua distribuição nos bairros foram identificadas 89 escolas da rede pública municipal, distribuídas em 41 bairros e que atendem a 5.129 alunos matriculados na quarta série do ensino fundamental.

Para a seleção da amostra, decidiu-se trabalhar com um mínimo de 10% das escolas municipais atendidas pelo Programa. Inicialmente foram sorteados, aleatoriamente, 10 bairros e, em seguida, sorteou-se uma escola, também aleatoriamente, por bairro.

Para a análise das questões relativas à adesão e à aceitação da alimentação escolar por parte dos estudantes, foram aplicados questionários semi-abertos com 240 alunos matriculados na quarta série do ensino fundamental, do turno diurno, das 10 escolas selecionadas. Considerando que, no ano de 2005, estavam matriculados, na quarta série das escolas em estudo, 341 alunos, a amostra foi composta por 70,4% desses. A opção por trabalhar com os escolares da quarta série partiu do pressuposto de que, nessa fase escolar, as crianças já se encontram aptas a expressar suas opiniões com clareza e liberdade.

O instrumento foi estruturado para obter informações sobre a alimentação escolar, com destaque para questões referentes à importância, à adesão, à quantidade, à variedade, a alimentos de maior e menor aceitação e à procedência dos alimentos consumidos na escola (casa, cantina ou fiteiros³). O índice de adesão correspondeu à medida percentual de alunos que referiram consumir a alimentação preparada pela escola e o índice de aceitação correspondeu à medida percentual de alunos que referiram gostar da alimentação oferecida.

Para a elaboração do questionário foram formuladas 15 questões fechadas com espaços para justificativas e 5 questões abertas, incluindo a solicitação para a elaboração de uma frase sobre a merenda da escola. As questões foram elaboradas com base na literatura da área de alimentação escolar^{1-3,6} e nos objetivos da pesquisa, utilizando-se de linguagem adaptada à população investigada.

Em um primeiro momento da coleta de dados, as escolas foram contactadas e a direção informada sobre os objetivos da pesquisa e sobre a responsabilidade de sua condução pela Universidade. Realizou-se levantamento preliminar do número de alunos matriculados na quarta série de cada escola, a partir dos Diários de Classe. Os termos de consentimento foram entregues para encaminhamento aos pais, com o fim de obter autorização para a participação de seus filhos na pesquisa.

Os questionários foram respondidos pelos alunos (presentes na escola no dia da pesquisa, e cujos pais haviam assinado o termo de consentimento) em sala de aula, sob a supervisão da professora da turma, orientada a não interferir nas respostas, mas facilitar a livre expressão das crianças, esclarecendo que não se tratava de prova do currículo escolar e que a participação era voluntária. Optou-se pela participação da professora, com o intuito de evitar possíveis inibições dos alunos

na presença dos pesquisadores. Tal procedimento foi reforçado pelo fato de a pesquisa ter sido realizada no início de uma nova gestão municipal, o que poderia transmitir à escola a idéia de fiscalização por parte da Secretaria de Educação. No entanto, reconhece-se que qualquer escolha metodológica pode enviesar os resultados e que a presença de um agente externo, seja a professora ou um pesquisador, pode induzir respostas favoráveis ao Programa por parte das crianças.

Após o preenchimento, os questionários foram recolhidos pelas professoras e devolvidos, imediatamente, aos pesquisadores.

Para a análise dos dados, foi construído, inicialmente, um banco de dados utilizando-se o *software Microsoft Access 2003*. A análise das perguntas fechadas do questionário foi realizada com o uso de frequência simples acompanhada de teste qui-quadrado, utilizando o pacote estatístico *Statistical Package for Social Sciences (SPSS)* versão 11.0. As justificativas das questões fechadas foram categorizadas, sempre conjuntamente, pelos dois pesquisadores responsáveis, a partir do conceito central contido na resposta e baseadas nos objetivos da pesquisa e na literatura da área de alimentação escolar utilizada como referencial para este estudo. A análise das perguntas abertas foi realizada utilizando-se frequência simples.

Para a análise das questões fechadas, foi considerada a frequência de respostas dos alunos que responderam tais questões. Nas justificativas dessas questões, foram consideradas as respostas dos alunos que responderam e justificaram a alternativa marcada.

No tocante aos questionamentos abertos, referentes às citações de alimentos e ao local onde são realizadas as refeições, foi permitido aos alunos fazerem referência a mais de um alimento e local. Dessa forma, os resultados dessas questões foram baseados na frequência com que cada alimento ou local foi citado.

³ Termo utilizado na Região Nordeste, que significa quiosques de comércio popular que vendem guloseimas, sorvetes, salgados etc. frequentemente vistos nas portas das escolas.

RESULTADOS

Dos 240 escolares da quarta série que responderam ao questionário, 113 (47,1%) eram do sexo masculino, com idades entre 9 e 14 anos e 127 (52,9%) eram do sexo feminino, na faixa entre 9 e 15 anos. A média das idades das crianças de ambos os sexos foi de 10 anos.

A frequência de respostas às questões fechadas (relacionadas a: importância, adesão, aceitação, procedência dos alimentos consumidos na escola, quantidade, variedade e temperatura dos alimentos ofertados) foi alta (acima de 99,0%). Em relação às justificativas, observou-se, também, percentual satisfatório, com mais de 86,0% de explicação das alternativas marcadas. As questões abertas (relacionadas à citação das preparações preferidas, ao local de realização da refeição e à opinião quanto aos alimentos que gostariam que fossem oferecidos pela escola) e a frase (Faça uma frase sobre a merenda da sua escola) sobre a alimentação escolar, tiveram baixo percentual de respostas em branco ($\leq 7,9\%$).

A maioria dos alunos considerou a alimentação escolar importante, sendo que apenas dois deles referiram só frequentar a escola por causa da merenda. Em relação à adesão, os resultados também foram positivos, já que a maioria disse consumir a alimentação escolar, apesar de mais da metade ter relatado consumo esporádico. Essa adesão parece estar acompanhada por uma alta aceitação, visto que prevaleceu o percentual de alunos que referiu gostar da alimentação oferecida pela escola (Tabela 1).

Quanto à importância da alimentação escolar, observa-se, na Tabela 1, que apenas uma minoria dos alunos questionados tem na alimentação o principal motivo para frequentar a escola. Essa questão é reafirmada ao considerar outra pergunta abordando as consequências do não oferecimento da alimentação escolar. Apesar de 37,8% (n=90) responderem que a supressão da merenda seria negativa, e atribuírem essa dificuldade, sobretudo, à necessidade financeira dos seus pais, apenas 4,4% referiram que deixariam de vir para a escola, caso o Programa fosse extinto.

Para cada uma das alternativas de respostas da Tabela 1, foram obtidas justificativas e os maiores percentuais de respostas são apresentados nas Figuras 1, 2 e 3.

Tabela 1. Distribuição das respostas dos alunos quanto à importância, à adesão e à aceitação da alimentação oferecida pelas escolas públicas municipais. João Pessoa, PB. 2005.

Perguntas e respostas	n	%
<i>Importância</i>		
<i>(Para você, a merenda escolar é importante? Justifique)</i>		
Sim	208	87,0
Não	29	12,1
Sim, só venho para a escola porque tem merenda	2	0,9
Total*	239	100,0
<i>Adesão</i>		
<i>(Você come a comida oferecida na escola? Justifique)</i>		
Sim, sempre	80	33,5
Sim, às vezes	137	57,3
Nunca	22	9,2
Total*	239	100,0
<i>Aceitação</i>		
<i>(Você gosta da comida oferecida na sua escola? Justifique)</i>		
Sim	196	82,0
Não	30	12,6
Não, mas como	13	5,4
Total*	239	100,0

* As diferenças foram estatisticamente significantes: $p < 0,001$.

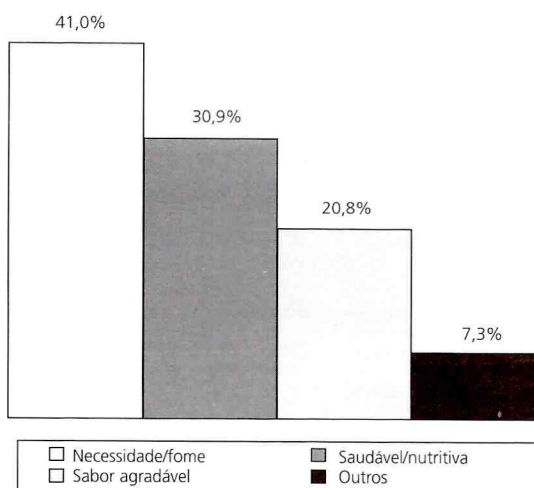


Figura 1. Opinião dos alunos quanto aos motivos da importância da alimentação oferecida pelas escolas públicas municipais. João Pessoa, PB. 2005.

Na Figura 1, percebe-se que dos 208 alunos que consideraram a alimentação escolar importante, 178 apresentaram justificativa, tendo 41,0% (n=73) feito menção à dificuldade financeira das famílias ou ao fato de sentir fome na escola. Para 30,9% (n=55) a alimentação escolar é importante por ser saudável e nutritiva, e para 20,8% (n=37), por ser saborosa.

Em relação à adesão, ao considerar a frequência dos alunos que comem esporadicamente a alimentação escolar (n=137), observa-se, na Figura 2, que das 123 justificativas, 41,5% (n=51) dos escolares alegou, como principal motivo, questões relacionadas à inadequação das preparações aos seus hábitos alimentares. Justificativas como eu não gosto de tudo, eu não gosto de sopa e eu não como algumas comidas, foram freqüentes e apontam para o fato de que, independentemente do sabor e da qualidade das refeições ofertadas, tratam-se de preparações que não coincidem com as preferências alimentares dos alunos. Tais respostas geraram uma categoria, denominada pelos autores, de "Inadequação do Cardápio Oferecido (I.C.O)".

Em seguida, tem-se 32,5% (n=40) dos escolares afirmando não consumir a alimentação escolar quando estavam sem apetite, quando levavam alimentos de casa ou quando compravam nas escolas. Já 14,6% (n=18) dos alunos referiram não consumir a alimentação nos dias em que

achavam que a preparação não estava saborosa (Figura 2).

No que se refere à aceitação da alimentação escolar, dos 196 alunos que afirmaram gostar da alimentação, 180 justificaram sua resposta. Verifica-se que a grande maioria (76,7%, n=138) alegou gostar, em virtude de a alimentação oferecida ser saborosa. Para 13,3% (n=24), a afirmativa de que a alimentação escolar é saudável e nutritiva foi a justificativa dada (Figura 3).

Outra questão importante no processo avaliativo das ações desenvolvidas no Programa de Alimentação Escolar é o seu papel de contribuir para a promoção de hábitos alimentares saudáveis. Nesse sentido, os tipos de alimentos consumidos pelas crianças na escola, sejam esses oferecidos pelo Programa ou de outra procedência, devem ser monitorados.

Neste estudo, dos 239 alunos que responderam ao questionamento sobre o consumo de outros tipos de alimentos além do oferecido na alimentação escolar, mais da metade (50,2%, n=120) relatou também ingerir alimentos trazidos de casa e 17,2% (n=41) alimentos comprados na escola. A partir desses dados, percebe-se que mais de 65,0% das crianças não consomem apenas a alimentação escolar durante a permanência na escola.

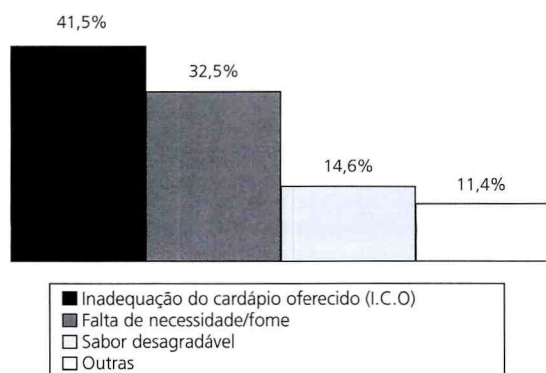


Figura 2. Opinião dos alunos quanto aos motivos da não adesão permanente à alimentação oferecida pelas escolas públicas municipais. João Pessoa, PB. 2005.

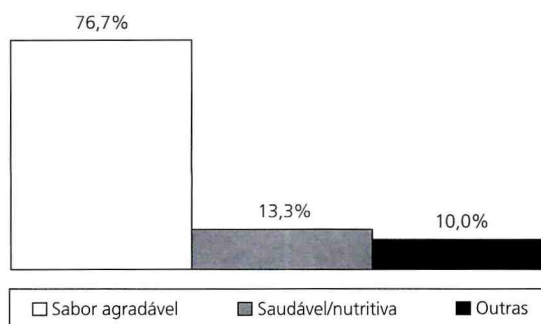


Figura 3. Opinião dos alunos quanto aos motivos da aceitação da alimentação oferecida pelas escolas públicas municipais. João Pessoa, PB. 2005.

Entre os alimentos mais citados pelos 120 alunos que referiram levar lanches de casa, a bolacha esteve presente em 75,2% (n=90) das respostas, seguida pela pipoca, (22,1%, n=27). Quanto aos alimentos comprados na escola, a pipoca foi mencionada por 30 (73,2%) alunos, seguida pelos salgados, principalmente, coxinha e pastel, citados por 14 escolares, e pela bolacha, que constou em 11 respostas.

Os alunos foram, também, questionados sobre suas preferências em relação à alimentação oferecida na escola, tendo 237 respondido a essa questão. Entre os diversos alimentos referidos como aqueles de que eles mais gostavam, o biscoito esteve presente em 40,5% (n=96) das respostas, seguido pelo iogurte (30,0%, n=71) e pelo suco (24,5%, n=58).

Das preparações de que as crianças referiram não gostar, as sopas foram mencionadas por 31,7% (n=75), a macarronada, por 19,4% (n=46) e o mungunzá por 12,2% (n=29) das respostas.

Ainda no tocante às preferências alimentares, ao serem perguntados sobre os alimentos que gostariam que fossem servidos pela escola, dos 206 alunos que responderam a essa questão, 24,3% (n=50) incluíram o cachorro quente (embora essa preparação conste nos cardápios das escolas). A bolacha e as frutas também estiveram presentes em 22,8% (n=47) e 14,6% (n=30) das respostas. O refrigerante (13,6%, n=28) e o bolo recheado (12,1%, n=25) apareceram, porém, em percentuais menores.

Algumas afirmativas de alunos demonstram que esses tendem a limitar a alimentação escolar a uma "merenda" e não a uma refeição. As frases descritas a seguir refletem esta idéia: *"só não como a merenda quando é comida de panela, porque eu acho que essas comidas não devem ser oferecidas em um lanche"; "só não como a merenda quando é sopa porque ela é um jantar e não um lanche"; "A merenda da minha escola devia ter mais coisas como biscoito, pipos"⁴,*

chocolate" e "Eu queria que na merenda da minha escola fosse servido pipos, hambúrguer, pizza, coxinha, cachorro quente, churrasco, lanches".

Em relação à participação dos escolares na seleção das preparações oferecidas na escola, a partir do questionamento: *“você ajuda a escolher o que vai ser servido na merenda da sua escola?”* evidenciou-se que, entre os 238 escolares que responderam, a grande maioria (96,6%, n= 230) referiu nunca ter opinado.

No tocante às características organolépticas das merendas, na Tabela 2, são mostrados os dados referentes à quantidade, à variedade e à temperatura dos alimentos. Em relação à quantidade, observa-se que de 238 alunos, 79,8% (n=190) relataram ficar satisfeitos com a porção servida. Esse resultado pode ser atribuído ao fato de que, em todas as escolas envolvidas no estudo, é permitido aos alunos repetirem as preparações, se o desejarem. A maioria, de 239 escolares, também considerou a alimentação variada (92,9%, n=222) e a temperatura das preparações servidas adequada ao paladar (85,8%, n=205).

A forma de distribuição da alimentação, o tempo disponível e o local para se alimentarem também foram questionados e referidos positivamente pelos escolares, tendo a maioria deles (66,5%, n=159) relatado que a organização dos alunos para receber a merenda se dá em filas rápidas e o tempo disponível para se alimentar e brincar é suficiente (63,0%, n=150). Quanto ao local utilizado para se alimentarem, 232 alunos responderam, tendo o refeitório sido mencionado por 33,6% (n=78). A sala de aula esteve presente em 28,9% (n=67) das respostas, seguida pelo pátio (27,2%, n=63).

Outro aspecto importante está relacionado à falta da alimentação escolar. Observou-se que, diante da pergunta: *"falta comida na sua escola?"* dos 240 escolares, a maioria (64,2%, n=154), declarou nunca ter faltado. Um percentual de 34,2% (n=82) de alunos, no entanto, referiu que a merenda não foi servida algumas vezes.

⁴ Termo utilizado para designar salgadinhos industrializados destinados ao consumo, principalmente, infantil.

Tabela 2. Distribuição das respostas dos alunos quanto à quantidade, à variedade e à temperatura da alimentação oferecida pelas escolas públicas municipais. João Pessoa, PB. 2005.

Perguntas e respostas	n	%
<i>Quantidade</i>		
<i>(A quantidade de comida servida a você na escola é:)</i>		
Boa, fico satisfeito	190	79,8
Exagerada	10	4,2
Pouca, ainda fico com fome	38	16,0
Total*	238	100,0
<i>Variedade</i>		
<i>(A comida oferecida na escola é variada?)</i>		
Sim, sempre tem comidas diferentes	222	92,9
Não, quase todo dia é a mesma preparação	17	7,1
Total*	239	100,0
<i>Temperatura</i>		
<i>(A temperatura da comida servida na escola é:)</i>		
Boa	205	85,8
Quente	17	7,1
Fria	17	7,1
Total*	239	100,0

* As diferenças foram estatisticamente significantes: $p < 0,001$.

DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo mostraram que as crianças consideram a alimentação escolar importante, mas não uma condição para a sua permanência na escola. E ainda, a maioria dos escolares referiu consumir outros alimentos além daqueles oferecidos pela escola.

Estes dados tornam-se particularmente relevantes e requerem maiores investigações, considerando que no Brasil o PNAE tem sido apontado como um Programa assistencialista para muitas crianças que têm na alimentação escolar a sua principal refeição, e que um dos principais objetivos deste Programa é contribuir para a redução da evasão escolar^{7,8}.

Por outro lado, essa questão ganha uma conotação ainda mais relevante ao considerar que o ambiente escolar não pode ser tomado como solução para o problema da fome, sob pena de comprometer a função pedagógica. De acordo com Ceccim⁹, se a alimentação escolar se sobrepor à ação pedagógica de ensinar, estará substi-

tuindo a deficiência alimentar pela deficiência educacional, reforçando, assim, a exclusão social.

A interpretação dessa questão, no entanto, requer cautela, tendo em vista a faixa etária dos escolares inseridos neste estudo. Nesse sentido, vale mencionar, a partir de entrevista com os pais ($n=237$) desses alunos, que, para 97,9% ($n=232$) deles, a alimentação escolar foi considerada importante, tendo 23,3% ($n=54$) acrescentado que o Programa é também fundamental para a permanência de seu filho na escola.

Os altos índices de adesão e aceitação da alimentação pelos beneficiários, observados neste estudo, corroboram os relatos da literatura^{6,7,10,11}.

O PNAE preconiza a realização de testes de aceitabilidade antes da introdução de um novo alimento ou preparação, e sempre que se fizer necessário, com metodologia definida pela entidade executora, considerando um índice de aceitação não inferior a 85%⁷.

Em uma pesquisa realizada pelo FNDE¹⁰, em 2001, a adesão diária dos alunos à alimentação escolar foi referida satisfatoriamente por 76,1% dos pesquisados.

Na presente pesquisa, apesar de a grande maioria ter referido aderir à alimentação escolar, prevaleceram aqueles que mencionaram adesão esporádica. Evidenciou-se que aspectos relacionados à fome, aos hábitos alimentares e ao sabor das preparações interferem na adesão e na aceitação da alimentação escolar pelas crianças.

Estas conclusões são concordantes com as obtidas no estudo de Martins et al.¹¹ sobre a aceitabilidade da alimentação oferecida em escolas estaduais e municipais de Piracicaba, SP, o qual constatou que 372 alunos pesquisados aderem à alimentação escolar, principalmente, por gostarem da alimentação (67%) e por sentirem fome (18%). Os 108 escolares que referiram não aderir apresentaram como justificativas não gostar da alimentação servida (48%), trazer lanche de casa (16%) ou não sentir fome na escola.

Em pesquisa desenvolvida por Flávio et al.⁶, que também objetivou avaliar a aceitação e a

adesão à alimentação escolar, 72% dos alunos tinham o hábito de consumir a alimentação oferecida pela escola. No que se refere à aceitação da alimentação, os resultados do mesmo estudo também se mostraram positivos, com 76% dos escolares referindo que o serviço de alimentação escolar estava entre bom e ótimo.

Em relação ao consumo alimentar nas escolas, no presente estudo, observou-se que a maioria das crianças consome outros tipos de alimentos além da alimentação escolar, seja trazendo lanches de casa ou comprando alimentos na própria escola.

É importante referir o papel do PNAE como estratégia de educação nutricional para aquisição de bons hábitos alimentares. Ou seja, caso as crianças não adquiram hábitos alimentares saudáveis, estimuladas por preparações nutritivas, saborosas e atrativas para a faixa etária escolar, as refeições oferecidas, dificilmente, serão bem aceitas. Uma maior participação do escolar no processo de seleção e preparo da alimentação oferecida na escola pode contribuir para tanto, o que não foi constatado neste estudo. Vários estudos^{6,7-16} têm relatado a prática de consumo de outros alimentos por parte dos escolares durante a permanência na escola.

No trabalho de Sturion et al.¹², a maioria (70%) dos escolares que afirmou não participar do Programa freqüentava unidades de ensino que apresentavam cantinas escolares.

Os resultados identificados no trabalho de Flávio et al.⁶ contrastam com os apresentados neste estudo, considerando que, ao buscar conhecer os tipos de alimentos consumidos pelas crianças durante a permanência na escola, esses autores verificaram que a maioria (68%) relatou consumir apenas a alimentação escolar, pela inexistência de cantinas ou lanchonetes nas escolas.

Essa prática de consumo de alimentos oriundos de casa ou de cantinas revela-se, portanto, preocupante para o alcance das metas do PNAE, que, mais do que um Programa de suplementação alimentar, deve ser visto como um

importante instrumento de educação nutricional e um canal para resgatar hábitos alimentares saudáveis⁷.

A alta ingestão de alimentos industrializados e de valor nutricional reduzido, provenientes de casa ou das cantinas escolares, também merece destaque, ao considerar que tal consumo tem sido relacionado à obesidade, não somente quanto ao volume de alimentos, mas também à composição e à qualidade da dieta. A mudança dos padrões alimentares, caracterizados pelo pouco consumo de frutas e hortaliças e pelo aumento no consumo de guloseimas (bolachas recheadas, salgadinhos, pipocas e doces), está relacionada com o aumento da adiposidade em crianças¹³.

Para Gross & Cinelli¹⁴, um dos fatores que prejudica o consumo da alimentação escolar é a permissão da venda de alimentos "competitivos", com valor nutricional mínimo, ricos em sódio e gordura saturada, vendidos em lanchonetes na própria escola ou em locais próximos. A facilidade de acesso por parte dos escolares a esses tipos de alimentos contribui para uma menor aceitação e adesão à alimentação escolar, podendo provocar desvios nutricionais que interferem no crescimento e no desenvolvimento.

De acordo com documento da II Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, realizada em 2004, a cantina, como parte do ambiente escolar poderia ser vista como um espaço educativo importante para estimular o consumo de determinados alimentos, influenciando escolhas saudáveis em função do que está exposto à venda¹⁵.

Boog¹⁶, em seu estudo sobre a contribuição da educação nutricional para a construção da segurança alimentar, ressalta que os alimentos consumidos na escola, sejam procedentes da alimentação escolar, de lanches trazidos de casa ou comprados em cantinas, devem ser, igualmente, saudáveis.

Além da necessidade de manter o equilíbrio entre os alimentos consumidos na escola, coibindo a venda de produtos com alta concen-

tração energética e elevado teor de sódio e corantes artificiais, deve-se considerar que as preferências alimentares infantis sofrem forte influência do *marketing* de produtos alimentícios, o que requer atenção no planejamento dos cardápios da alimentação escolar, bem como no processo de regulamentação das cantinas e no controle dos alimentos provenientes de casa¹⁵.

A aceitação da alimentação pelas crianças é um dos principais fatores que determinam a qualidade dos serviços de alimentação das escolas. Portanto, pesquisas de preferências alimentares são fundamentais para averiguar essa aceitação.

Na presente pesquisa, alimentos como biscoitos e iogurte foram citados como os de predileção entre os escolares. O oposto foi observado para preparações compostas por sopas e macarronadas. Em estudos semelhantes, a maioria dos escolares mencionou preferir preparações, como macarronada e arroz, embora a sopa também tenha constado como um dos alimentos de menor aceitação^{6,11}.

O diálogo com os escolares, portanto, é fundamental para que os alimentos oferecidos não sejam vistos como uma imposição e que o não oferecimento de alguns alimentos que fazem parte do hábito alimentar infantil, mas que não trazem benefícios à saúde, não seja visto pelas crianças como algo proibitivo¹⁵.

Destaque especial pode ser dado ao desenvolvimento de hortas no espaço escolar. É papel da escola estimular nas crianças o interesse pelo plantio, não só porque a criação de hortas seria uma experiência importante para o desenvolvimento da chamada "agricultura urbana", praticada com êxito em vários países e referida como uma das ações estratégicas do Programa Fome Zero, mas também porque as diferentes atividades envolvidas (preparação do terreno, plantio, cuidados com a planta, colheita e, depois, a preparação dos alimentos) poderiam transformar as hortas em instrumentos pedagógicos, e possibilitariam o aumento no consumo de frutas e hortaliças, o resgate dos hábitos regionais e locais, além da

diminuição dos custos com a compra desses produtos¹⁵.

Em alguns estados brasileiros, essa prática tem atingido resultados positivos, como o obtido em município do interior do Paraná, que economizou 85% do recurso destinado à compra de frutas e verduras, após implantar hortas nas escolas⁷.

Apesar de que as hortas escolares possam contribuir para a aquisição de bons hábitos alimentares e, ainda, fornecer produtos saudáveis para a preparação da alimentação, observou-se, nas 10 escolas incluídas no estudo, a inexistência de qualquer trabalho nesse sentido.

Outros fatores que também interferem na aceitação, tais como a quantidade, a variedade e a temperatura dos alimentos servidos, foram referidos de forma positiva no presente estudo.

De acordo com Ornelas¹⁷, as preparações apresentadas em um cardápio devem, primeiramente, estar de acordo com as preferências do público ao qual se destina, além de conter uma harmonia, dada pela combinação correta dos alimentos, cores, sabores, consistência, o que exige sentido estético, buscando, sempre, suprir as necessidades nutricionais dos comensais.

O FNDE preconiza para o PNAE que os cardápios sejam elaborados por nutricionista habilitado, com participação no CAE. Nesse planejamento, a quantidade de alimento *per capita* oferecido deve ser baseada na faixa etária correspondente, e ser suficiente para suprir, no mínimo, 15% das recomendações energéticas diárias de cada grupo¹. Seria recomendável, contudo, que o aporte nutricional das refeições servidas aos escolares fosse baseado em dados da realidade de cada município ou estado, e não em metas nacionais, visto que a carência nutricional difere de uma região para outra. Em paralelo à descentralização administrativa do PNAE, deveria ocorrer, também, a descentralização das normas nutricionais do Programa.

Em relação à variedade e à temperatura das preparações, o clima da região e a época do ano devem ser considerados, para evitar a mono-

tonia alimentar do cardápio que pode prejudicar a aceitação da alimentação escolar. Receitas variadas, distintas formas de preparação de um mesmo alimento e combinações diferentes entre alimentos são positivas⁷.

Com relação à distribuição da merenda e ao tempo disponível para se alimentar, a formação de filas para a entrega da alimentação permite uma melhor organização no processo de distribuição, otimizando o tempo, possibilitando um maior controle pelas merendeiras no porcionamento e desenvolvendo, nas crianças, senso de respeito e interação com os colegas.

Essa forma de distribuição também foi verificada por Abreu⁸, ao investigar a prática do Programa em Porto Alegre. De acordo com a autora, em algumas escolas, os alunos recebem o lanche em filas e se alimentam no pátio, já em outras, as crianças consomem a alimentação em refeitórios adequadamente equipados. Na presente pesquisa, a maioria dos escolares referiu consumir a alimentação no refeitório.

Ainda em relação ao oferecimento dos alimentos, a maioria dos escolares afirmou nunca ter faltado alimentação na escola, o que constitui uma informação importante para a própria credibilidade do Programa no município de João Pessoa.

Relativamente aos recursos financeiros, o FNDE preconiza, que o total de parcelas repassadas às entidades executoras deve cobrir os 200 dias letivos de alimentação escolar, não sendo possível faltar alimentação durante esse período⁷. Uma participação mais efetiva dos escolares, bem como dos seus responsáveis, nas etapas referentes à aplicação dos recursos e aos gêneros alimentícios adquiridos, poderia contribuir para a garantia do oferecimento diário da alimentação escolar. Além disso, cabe a esses atores e aos demais membros da sociedade, levar ao conhecimento do CAE e dos órgãos públicos (FNDE, Ministério Público Federal, Poder Executivo Federal e Tribunal de Contas da União) qualquer irregularidade envolvendo o PNAE, contribuindo, assim, para o exercício da cidadania⁷.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que os diferentes aspectos relacionados à alimentação escolar abordados neste estudo foram referidos positivamente pela maioria dos escolares envolvidos e que, apesar disso, a oferta dessa alimentação não é condição para que as crianças freqüentem a escola. Percebeu-se, ainda, que, apesar de a alimentação escolar ter sido considerada importante frente às dificuldades financeiras das famílias, ou devido à fome das crianças, durante a permanência na escola, o sabor das preparações, bem como a adequação dos cardápios aos hábitos alimentares dos escolares, parecem exercer forte influência na assiduidade dos mesmos ao Programa de Alimentação Escolar.

O instrumento desenvolvido para a realização deste estudo conseguiu medir os diferentes aspectos que se objetivou estudar, relativos à adesão e à aceitação da alimentação escolar por parte dos beneficiários.

A freqüência de respostas, em todas as questões abertas e fechadas do questionário, foi alta, mostrando que a linguagem utilizada, dotada de termos freqüentemente usados pela clientela em estudo, favoreceu o entendimento.

COLABORADORES

V. MESSIAS aplicou os questionários e participou do desenvolvimento da metodologia e redação. A.T. CARVALHO idealizou a proposta da pesquisa, participou do desenvolvimento da metodologia e da redação.

REFERÊNCIAS

1. Brasil. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Alimentação Escolar [acesso 25 set 2005]. Disponível em: <http://www.fnde.gov.br>
2. Weis B, Chaim NA, Belik W. Vamos fiscalizar a merenda escolar: de volta à luta contra a corrupção eleitoral [acesso 25 ago 2004]. Disponível em: <http://www.apoiofomezero.org.br/site/upload/cartilha.pdf>

3. Spinelli MAS, Canesqui AM. O programa de alimentação escolar no estado de Mato Grosso: da centralização à descentralização (1979-1995). *Rev Nutr.* 2002; 15(1):105-17.
4. Pipitone MAP, Ometto AMH, Silva MV, Sturion GL, Furtuoso MCO, Oetterer M. Atuação dos conselhos municipais de alimentação escolar na gestão do Programa Nacional de Alimentação Escolar. *Rev Nutr.* 2003; 16(2):143-54.
5. Vianna RPT, Tereso MJA. O programa de merenda escolar de Campinas: análise do alcance e limitações do abastecimento regional. *Rev Nutr.* 2000; 13(1):41-9.
6. Flávio EF, Barcelos MFP, Lima AL. Avaliação química e aceitação da merenda escolar de uma escola estadual de Lavras, MG. *Ciênc Agrotec.* 2004; 28(4):841-7.
7. Weis B, Whitaker W, Chaim NA, Belik W. Manual de gestão eficiente da merenda escolar [acesso 25 ago 2004]. Disponível em: <http://www.fomezero.org.br>
8. Abreu M. Alimentação escolar: combate à desnutrição e ao fracasso escolar ou direito da criança e ato pedagógico? In: *Em aberto: merenda escolar*. Brasil: Ministério da Educação e do Desporto; 1995.
9. Ceccim RB. A merenda escolar na virada do século: agenciamento pedagógico da cidadania. In: *Em aberto: merenda escolar*. Brasília: Ministério da Educação e do Desporto. 1995.
10. Brasil. Ministério da Educação e do Desporto. Avaliação do impacto distributivo e elaboração de sistemática de monitoramento do PNAE. Brasília; 2005 [acesso 20 dez 2005]. Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/apresentacoes/apresentacao01/Html>
11. Martins RCB, Medeiros MAT, Ragonha GM, Olbi JH, Segatti MEP, Osele MR. Aceitabilidade da alimentação escolar no ensino público fundamental. *Saúde Rev.* 2004; 6(13):9-15.
12. Sturion GL, Silva MV, Ometto AMH, Furtuoso COM, Pipitone MAP. Fatores condicionantes da adesão dos alunos ao Programa de Alimentação Escolar no Brasil. *Rev Nutr.* 2005; 18(2):167-81.
13. Triches RM, Giugliani ERJ. Obesidade, práticas alimentares e conhecimentos de nutrição em escolares. *Rev Saúde Pública.* 2005; 39(4):541-7.
14. Gross SM, Cinelli B. Coordinated School Health Program and dietetics professionals: partners in promoting healthful eating. *J Am Diet Assoc.* 2004; 104(5):793-8.
15. Brasil. Conferência Nacional de Segurança Alimentar. Alimentação e educação nutricional nas escolas e creches. Brasília; 2005 [acesso 20 dez 2005]. Disponível em: http://www.fomezero.gov.br/conferencia/Arquivos/Pdf/11-Alimentacao_Educacao.pdf
16. Boog MCF. Contribuições da educação nutricional à construção da segurança alimentar. *Saúde Rev.* 2004; 6(13):17-23.
17. Ornelas LH. Técnica dietética: seleção e preparo de alimentos. São Paulo: Atheneu; 2001.

Recebido em: 10/4/2006

Versão final reapresentada em: 30/10/2006

Aprovado em: 5/2/2007

Proporção de anemia de acordo com o estadiamento puberal, segundo dois critérios diagnósticos

Anemia proportion according to pubertal stage using two diagnostic criteria

Flávia Calanca da SILVA¹

Maria Sylvia de Souza VITALE¹

Elaine Cristina QUAGLIA¹

Josefina Aparecida Pellegrini BRAGA¹

Élide Helena Guidolin da Rocha MEDEIROS¹

RESUMO

Objetivo

Identificar a proporção de anemia ferropriva e sua distribuição por estadiamento puberal, em pacientes atendidos em ambulatório de adolescência, e comparar os valores de corte habitualmente utilizados na adolescência para esse diagnóstico.

Métodos

Estudo retrospectivo, por análise de 453 prontuários dos pacientes atendidos de janeiro a dezembro de 2003, no Centro de Atendimento e Apoio ao Adolescente do Departamento de Pediatria da Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Medicina. Destes, 215 (47,0%) rapazes e 238 (53,0%) moças. Utilizaram-se os testes de Kappa e McNemar para avaliar as concordâncias e discordâncias entre dois critérios distintos; teste "t" de Student para determinar as diferenças entre hemoglobina e índices hematimétricos nos grupos anêmico e não anêmico; e teste de Mann-Whitney para comparar os valores de hematócrito.

Resultados

A proporção de anemia, segundo os critérios adotados, foi de 7,50% (n=34) e 6,84% (n=31) na população; por estadiamento puberal encontrou-se, no sexo feminino, maior proporção nos estágios de mama 3 (30,00%) e 4 (50,00%) e no sexo masculino, em genitais 3 (40,00%), havendo concordância entre os dois critérios.

Conclusão

Embora baixa, a proporção de anemia é relevante. A concordância obtida entre os valores propostos mostra que é possível usar qualquer um dos critérios. Há predomínio de anemia nas moças em estágio de mamas

¹ Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Medicina, Departamento Pediatria. R. Botucatu, 715, 04023-062, São Paulo, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: M.S.S. VITALE. E-mail: <vitale.dped@epm.br>.

3 e 4, justificado pela maior necessidade de ferro e perdas menstruais, que ocorrem nessas fases, respectivamente; nos rapazes, a proporção maior em estágio 3 (fase de aceleração de crescimento) pode sugerir que eles já estavam depletados antes de entrar na puberdade.

Termos de indexação: anemia ferropriva; adolescente; puberdade; assistência ambulatorial.

ABSTRACT

Objective

To identify the proportion and distribution of iron-deficiency anemia according to pubertal stage in patients seen at an outpatient clinic for adolescents and compare cutoff values normally used in adolescence for this diagnosis.

Methods

This retrospective study reviewed 453 medical records of patients seen from January to December 2003 at the Centro de Atendimento e Apoio ao Adolescente of the Pediatrics Department of the Federal University of São Paulo, Escola Paulista de Medicina (Adolescent Medicine Clinic from the Federal University of São Paulo). Of these, 215 (47.0%) were males and 238 (53%) were females. The Kappa and McNemar tests were used to assess the agreement and disagreement between two distinct criteria; the Student's "t"-test was used to determine differences in hemoglobin and hematometric values between anemic and non-anemic patients; the Mann-Whitney test was used to compare hematocrit values.

Results

According to the adopted criteria, the proportion of anemia in the population was 7.50% (n=34) and 6.84% (n=31). Considering pubertal stage and gender, a higher proportion was found among females with breast stage 3 (30.00%) and 4 (50.00%) and among males with genital stage 3 (40.00%). Both criteria were in agreement.

Conclusion

The proportion of anemia is relevant, although low. The agreement obtained between the proposed values shows that it is possible to use any of the criteria. Anemia predominates among females with breast stages 3 and 4, justified by the higher need of iron and menstrual losses that occur in these stages, respectively; in males, the higher proportion in stage 3 (growth spurt) may suggest that iron stores were already depleted before they entered puberty.

Indexing terms: anemia, iron-deficiency; adolescent; puberty; ambulatory care.

INTRODUÇÃO

A deficiência de ferro, e, especialmente, a anemia carencial ferropriva, representa uma das mais graves e importantes deficiências nutricionais que atinge, indiscriminadamente, países desenvolvidos ou em desenvolvimento¹⁻³. Estima-se que cerca de dois bilhões de indivíduos, mais de 30,0% da população mundial, sejam anêmicos, segundo dados da Organização Mundial de Saúde (OMS)⁴. Nos países em desenvolvimento calcula-se que 36,0% da população sofram de anemia nutricional, enquanto que a ocorrência nos países industrializados está em torno de 8,0%^{4,5}. Quando se considera a anemia por carência de ferro, têm-se os

seguintes dados: 4,3% a 20,0% em países desenvolvidos, dependendo da idade e do sexo, contra 30,0% a 48,0% nos países em desenvolvimento¹. As implicações negativas sobre os sistemas imune, endócrino, o crescimento físico e o desenvolvimento cognitivo que os indivíduos com anemia apresentam, fazem com que a anemia por deficiência de ferro seja grave problema de saúde pública¹.

A adolescência é considerada, pela Organização Panamericana de Saúde, como um período sujeito a agravos⁶. Nessa fase da vida o indivíduo ganha em torno de 20,0% da sua estatura final e completa a sua maturação sexual⁷. Embora o adolescente adoeça pouco, a ingestão inadequada

de alimentos, seja pela falta ou pelo excesso, é bastante comum, predispondo-o a alterações nutricionais⁸. Observa-se preferência pelo consumo de lanches e produtos ricos em açúcares e gorduras, em detrimento de alimentos ricos em vitaminas e minerais⁹.

O principal agravo nutricional na adolescência é a deficiência de micronutrientes, particularmente a de ferro, decorrente, principalmente, da ingestão inadequada, seja por modismos alimentares e/ou fatores socioeconômicos, em uma fase de grande necessidade de ferro para o crescimento, causada pelo aumento de incorporação de massa muscular, mais evidente nos rapazes, e por perdas menstruais irregulares, nas meninas^{9,10}. Trabalho realizado na Suíça, com adolescentes maiores de 12 anos, evidenciou prevalência de anemia de 14,5% no sexo feminino e 7,9% no sexo masculino¹¹. Em alguns países europeus, como Espanha, Suécia e Inglaterra, a prevalência de anemia entre adolescentes foi, em média, 4,0%¹²⁻¹⁴. Em nações em desenvolvimento essa situação é muito mais grave. Recente estudo realizado na Índia mostrou prevalência de anemia de 45,0% em adolescentes do sexo feminino¹⁵. Na Indonésia as prevalências foram 26,0% e 11,0%, quando estudados adolescentes dos sexos feminino e masculino, respectivamente¹⁶. Estudo realizado na Jamaica revelou que 25,0% dos adolescentes de 12 a 15 anos apresentavam-se anêmicos¹⁷.

No Brasil, algumas pesquisas regionais mostraram elevada prevalência de anemia ferropriva, especialmente entre adolescentes do sexo feminino. Em Minas Gerais esse distúrbio atingiu 16,6% dos adolescentes entre 7 e 15 anos de idade¹⁸. Em São Paulo, Fujimori et al.¹⁹ encontraram 17,6% de prevalência de anemia em adolescentes do sexo feminino¹⁹. Em estudo realizado no Ambulatório de Adolescência Clínica do Núcleo de Nutrição, Alimentação e Desenvolvimento Infantil da Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo foi observado que de 278 pacientes, 21,2% encontravam-se ferropênicos e 8,6% anêmicos²⁰. Trabalho realizado em escola particular

do Município de São Paulo detectou anemia em 11,0% dos adolescentes, o que foi considerado, pelos pesquisadores, prevalência baixa, mas acima da esperada por serem púberes de escola particular²¹.

Embora seja problema freqüente na adolescência, a literatura pouco descreve além da prevalência da anemia nessa faixa etária e suas consequências. Os trabalhos usam diferentes pontos de corte para diagnosticar anemia, o que dificulta a comparação^{22,23}. Em nenhum deles se discute o motivo pelo qual tal valor de referência foi utilizado. Não foram encontrados trabalhos que questionem qual é o melhor valor de corte para esse diagnóstico, porém alguns, como Gallagher²⁴ e OMS¹, são mais freqüentemente utilizados nessa faixa etária. Poucos trabalhos consistentes foram encontrados na literatura sobre a distribuição dos pacientes anêmicos em cada estadiamento de Tanner²⁵. Diante do exposto, o trabalho tem como objetivos determinar a proporção de anemia carencial ferropriva e sua distribuição por estadiamento puberal na população de adolescentes atendidos no Centro de Atendimento e Apoio ao Adolescente (CAAA), disciplina de Especialidades Pediátricas da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), utilizando os valores de corte propostos por Gallagher e pela OMS, e discutir qual o melhor critério (Gallagher ou OMS) para detectar essa doença^{1,24}.

MÉTODOS

Estudo retrospectivo, no qual foram revisados prontuários e compilados os dados de pacientes sem doença crônica, que haviam iniciado acompanhamento no ambulatório de adolescência do CAAA de janeiro a dezembro de 2003. Esse serviço atende adolescentes que vêm espontaneamente, encaminhados de outros serviços ou setores do Hospital São Paulo, Escola Paulista de Medicina. Os adolescentes são acompanhados dos 10 aos 20 anos de idade incompletos²⁶, e, eventualmente, se atende pacientes de menor faixa etária, quando encaminhados; ou se prosse-

que o acompanhamento dos maiores de 20 anos, quando necessário.

Faz parte da rotina desse serviço solicitar hemograma para todos os pacientes que iniciam acompanhamento no ambulatório.

As informações coletadas nos prontuários foram: idade, sexo, estágio puberal, hemoglobina (Hb), hematócrito (Ht), hemoglobina corpuscular média (HCM) e volume corpuscular médio (VCM).

O estadiamento puberal foi realizado por médico treinado, que avaliou o desenvolvimento dos pêlos pubianos (P1, P2, P3, P4 e P5) em ambos os sexos, quanto às suas características, quantidade e distribuição; no sexo masculino considerou-se o estágio de evolução dos genitais (G1, G2, G3, G4 e G5) e no feminino, o desenvolvimento das mamas (M1, M2, M3, M4 e M5), avaliados quanto ao tamanho, formas e características, segundo os critérios definidos por Tanner²⁵.

Utilizaram-se, para definir anemia, os critérios propostos por Gallagher²⁴ (Hb < 11,5g/dL e/ou Ht < 35% para o sexo feminino e Hb < 12g/dL e/ou Ht < 35% para o sexo masculino), além das definições da OMS¹, conforme Tabela 1. Para definir microcitose e hipocromia foram utilizados os seguintes valores: VCM < 79fl e HCM < 26,5pg.

Todos os exames foram realizados no Laboratório Central do Hospital São Paulo, por contagem eletrônica no Cell-Dyn 3000SL da Abbott. A dosagem de hemoglobina foi feita por absorvância pelo método de hemoglobina-cianeto. Além da hemoglobina esse aparelho determina o VCM. Os parâmetros complementares (Ht, HCM) são obtidos por cálculos.

Tabela 1. Valores de hemoglobina e hematócrito abaixo dos quais anemia está presente, segundo a organização Mundial da Saúde.

Idade	Hemoglobina (g/dL)		Hematócrito (%)	
	Meninas	Meninos	Meninas	Meninos
<12 anos	11,0	11,0	34	34
12 15 anos	11,5	12,0	34	35
15 18 anos	11,7	12,3	34	37
18 anos	11,7	13,2	34	39

Considerou-se como critério de inclusão a presença dos valores de Hb e Ht. Pacientes com doenças crônicas, que, sabidamente, alteram a série vermelha, foram excluídos do estudo.

Utilizaram-se os testes de Kappa e McNemar para avaliar a concordância ou discordância entre os critérios de Gallagher e da OMS.

Foram utilizados os testes "t" de Student para determinar se havia significância entre a diferença dos valores de Hb, HCM e VCM dos pacientes não-anêmicos, quando comparados aos anêmicos, e Mann-Whitney para comparar os valores de Ht. Fixou-se em 0,05 o nível de rejeição da hipótese de nulidade, assinalando-se com asterisco os valores significantes.

O número de pacientes, no total geral de cada gráfico/tabela, é diferente devido às perdas ocorridas de cada variável. Considerando que se trata de levantamento de dados de prontuários, eventualmente, algumas informações encontram-se ausentes ou incompletas.

Este estudo está de acordo com a Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde, que regulamenta as pesquisas envolvendo seres humanos, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital São Paulo, Unifesp, nº 1572/05.

RESULTADOS

Foram estudados 453 prontuários referentes aos adolescentes que iniciaram, entre janeiro e dezembro de 2003, o acompanhamento no CAAA. Dos 453 estudados havia 215 (47,0%) rapazes e 238 (53,0%) moças.

A idade da população (n=453) variou de 9 a 20 anos. A média de idade dos pacientes foi de 14,06 anos (sendo 14,20 nas meninas e 13,91 nos meninos). A distribuição da população por faixa etária foi a seguinte: 169 pacientes (37,3%) tinham entre 13 a 14 anos; 139 (30,6%) 11 a 12 anos; 97 (21,4%) 15 a 16 anos; 33 (7,3%) 17 a

18 anos; 11 (2,4%) 9 a 10 anos e 4 (1,0%) 19 a 20 anos.

Dos 215 prontuários de rapazes havia informação sobre o estadiamento de Tanner, no que se refere aos genitais, em 173 (80,5%). Desse, 27 (15,6%) encontravam-se em G1; 46 (26,6%) em G2; 41 (23,7%) em G3; 46 (26,6%) em G4 e 13 (7,5%) em G5. No que se refere às moças, 195 (82,0%) prontuários tinham informação sobre o estadiamento das mamas, sendo que, 6 (3,0%) encontravam-se em M1; 22 (11,3%) M2; 41 (21,0%) M3; 97 (49,7%) M4 e 29 (15,0%) M5.

A proporção de anemia, segundo os critérios de Gallagher, foi 7,50% (n=34), sendo 8,82% nas pacientes do sexo feminino (n=21) e 6,04% nos do sexo masculino (n=13). Ao serem usados os critérios propostos pela OMS, as proporções se alteram para 6,84% (n=31) na população geral, 7,56% (n=18) nas pacientes do sexo feminino e 6,04% (n=13) no sexo masculino.

As Tabelas 2, 3 e 4 mostram a concordância e discordância entre anêmicos e não-anêmicos, por Gallagher e OMS.

Quando os pacientes anêmicos (n=34) foram classificados, de acordo com o estadiamento puberal de mamas e genitais, encontrou-se a seguinte distribuição: 2 (10%) meninas encontravam-se em M1; 1 (5%) em M2; 6 (30%) em M3; 20 (50%) em M4 e 1 (5%) em M5; 2 (20%) dos meninos estavam em G1; a mesma porcenta-

gem em G2 e G4; 5 (40%) em G3 e nenhum em G5.

A Tabela 5 mostra as médias e os desvios-padrão (DP) dos índices hematimétricos da população estudada. O grupo não-anêmico apresentou média de HCM e VCM significativamente maior do que o grupo anêmico.

Comparando as médias dos valores de Ht entre os grupos anêmico e não-anêmico, observou-se que o grupo não-anêmico apresentou média (40,68%) significativamente maior do que o grupo anêmico (33,54%), $p<0,001$.

Tabela 3. Número de anêmicos e não-anêmicos, segundo os critérios da Organização Mundial de Saúde¹ e de Gallagher²⁴, nas pacientes do sexo feminino, em cada estadiamento puberal de Tanner. São Paulo, 2003.

Testes	OMS			
	Gallagher	Anêmicos	Não-anêmicos	Total
M1	Anêmicos	2	0	2
	Não-anêmicos	0	4	4
	Total	2	4	6
M2	Anêmicos	1	0	1
	Não-anêmicos	0	21	21
	Total	1	21	22
M3	Anêmicos	4	2	6
	Não-anêmicos	0	35	35
	Total	4	37	41
M4	Anêmicos	8	2	10
	Não-anêmicos	0	87	87
	Total	8	89	97
M5	Anêmicos	1	0	1
	Não-anêmicos	0	28	28
	Total	1	28	29

Tabela 2. Número de anêmicos e não-anêmicos utilizando os critérios propostos pela Organização Mundial de Saúde (OMS)¹ e por Gallagher²⁴.

Gallagher	OMS		
	Anêmicos	Não-anêmicos	Total
Anêmicos	30	4	34
Não-anêmicos	1	418	419
Total	31	422	453

Teste Kappa: Kw=0,92; z calculado=19,54* ($p<0,001$); Concordância diagonal=98,9%/acima diagonal=0,88%/abaixo diagonal=0,22%. Teste McNemar: χ^2 calculado=0,80 (NS).

M1: Teste Kappa: Kw=1,00; z calculado=2,44* ($p<0,001$); Concordância diagonal=100%. Teste McNemar: χ^2 calculado=0,0.

M2: Teste Kappa: Kw=1,00; z calculado=4,69* ($p<0,001$); Concordância diagonal=100%. Teste McNemar: χ^2 calculado=0,0.

M3: Teste Kappa: Kw=0,77; z calculado=5,09* ($p<0,001$); Concordância diagonal=95,1% /acima diagonal=4,9% abaixo diagonal=0,0. Teste McNemar: χ^2 calculado=0,50 (NS).

M4: Teste Kappa: Kw=0,88; z calculado=8,71* ($p<0,001$); Concordância diagonal=97,9% /acima diagonal=2,1% abaixo diagonal=0,0. Teste McNemar: χ^2 calculado=0,50 (NS).

M5: Teste Kappa: Kw=1,0; z calculado=5,38* ($p<0,001$); Concordância diagonal=100%. Teste McNemar: χ^2 calculado=0,0.

DISCUSSÃO

Há poucos dados disponíveis sobre a prevalência de anemia ferropriva na adolescência, embora ela pareça ser elevada, principalmente, nas moças^{2,11,15,16,21}. Os trabalhos existentes res-

tringem-se a pequenas populações e a ambulatorios. Faltam trabalhos multicêntricos e levantamentos nacionais, o que dificulta a comparação e o conhecimento da real prevalência de anemia nessa faixa etária.

Devido às mudanças nas necessidades nutricionais dos adolescentes, ao início da menstruação nas garotas, às modificações hormonais decorrentes da puberdade, há diferenças na concentração de hemoglobina entre os sexos, em idades diferentes e em estádios diferentes, considerando-se adolescentes pré-púberes e aqueles já púberes. Porém, há poucos trabalhos disponíveis a respeito da relação entre puberdade e níveis de hemoglobina, tanto em um sexo quanto no outro^{21,27}.

O número de trabalhos na literatura, que relaciona anemia na adolescência com estádio puberal, vem aumentando. Apesar disso, observa-se nítida dificuldade em estabelecer qual o melhor parâmetro puberal a ser utilizado, se mamas e genitais (considerando moças e rapazes) ou pêlos. Em alguns trabalhos, o estado puberal foi aferido baseando-se no método do *status quo*, no qual se perguntou à adolescente ou ao adolescente se havia, respectivamente, apresentado menarca ou polução noturna^{28,29}. Um dos trabalhos utilizou a média entre mamas e pêlos pubianos nas meninas, e genitais e pêlos pubianos nos meninos³⁰; em outro, por exemplo, foi utilizado "o menor estágio assinalado pelo adolescente", quando a esse era solicitado classificar as suas mamas e pêlos (meninas) ou seus genitais e pêlos (meninos)²¹.

A proporção de anemia encontrada, embora pequena (7,54% por Gallagher e 6,84%

Tabela 4. Número de anêmicos e não-anêmicos pelos critérios propostos pela OMS¹ e Gallagher²⁴, nos pacientes do sexo masculino, em cada estádio puberal de Tanner.

Testes	OMS			
	Gallagher	Anêmicos	Não-anêmicos	Total
G1	Anêmicos	2	0	2
	Não anêmicos	0	25	25
	Total	2	25	27
G2	Anêmicos	2	0	2
	Não anêmicos	0	44	44
	Total	2	44	46
G3	Anêmicos	5	0	5
	Não anêmicos	0	36	36
	Total	5	36	41
G4	Anêmicos	2	0	2
	Não anêmicos	0	44	44
	Total	2	44	46
G5	Anêmicos	0	0	0
	Não anêmicos	0	13	13
	Total	0	13	13

G1: Teste Kappa: Kw=1,00; z calculado=5,19* ($p<0,001$); Concordância diagonal=100%; Teste McNemar: χ^2 calculado=0,0.

G2: Teste Kappa: Kw=1,00; z calculado=6,78* ($p<0,001$); Concordância diagonal=100%; Teste McNemar: χ^2 calculado=0,0.

G3: Teste Kappa: Kw=1,0; z calculado=6,40* ($p<0,001$); Concordância diagonal=100%; Teste McNemar: χ^2 calculado=0,0.

G4: Teste Kappa: Kw=1,0; z calculado=6,78* ($p<0,001$); Concordância diagonal=100%; Teste McNemar: χ^2 calculado=0,0.

G5: Teste Kappa: Kw=1,0; z calculado=5,35* ($p<0,001$); Concordância diagonal=100%; Teste McNemar: χ^2 calculado=0,0.

Tabela 5. Análise estatística dos índices hematimétricos da população de anêmicos e não-anêmicos pelos critérios de Gallagher.

Índices hematimétricos	Anêmicos				Não-anêmicos				Análise estatística	
	n	M	DP	Amplitude	n	M	DP	Amplitude	t	p
Hb (g/dL)	34	10,77	1,10	6,80-12,00	419	13,55	1,08	11,50-17,60	14,17	<0,001
HCM (pg)	30	24,78	3,85	14,53-31,00	359	28,11	2,01	21,00-35,80	4,67	<0,001
VCM (fl)	32	75,92	9,66	50,94-92,60	364	84,48	5,64	66,60-128,00	4,93	<0,001

n= número; M= média; DP= desvio-padrão; t= teste "t" de Student; p= nível de significância.

pela OMS), quando comparada a estudos realizados em outros países em desenvolvimento, é relevante, pois pode ser causa de inúmeras repercussões. A deficiência de ferro, com ou sem anemia, interfere no aprendizado, no apetite e na capacidade de trabalho; podendo também ser fator limitante para o crescimento e bom desempenho escolar na adolescência³¹. É provável que o baixo percentual de anemia encontrado seja decorrente do tipo de paciente que é atendido no serviço. Geralmente, os pacientes são referendados pelos Centros de Saúde da região ou pelos ambulatórios de pediatria geral e especialidades pediátricas do Hospital São Paulo, sendo, portanto, pacientes que vêm sendo assistidos. Isso sugere que, talvez, os índices de anemia em população desta idade, sem acompanhamento, sejam maiores do que o encontrado.

A literatura não apresenta consenso em relação a qual critério utilizar para definir anemia nessa faixa etária; e, ao estudar esse evento, se depara com trabalhos de difícil comparação, pela utilização de pontos de corte diferentes, sendo os mais utilizados os propostos por Gallagher e pela OMS. As Tabelas 2 a 4 mostram que não há diferença quando se utiliza qualquer um desses critérios, mesmo quando se relaciona com o estadiamento puberal de Tanner. A sensibilidade de ambos é a mesma.

Na avaliação do desenvolvimento puberal deu-se importância, apenas, para mamas, nas moças, e para os genitais, nos rapazes, pois, embora exista um padrão de desenvolvimento pubertário em relação à pilificação, a variabilidade desse parâmetro é muito maior do que a avaliação por mamas e genitais; sendo que a pilificação reflete a atividade do eixo hipotálamo-hipófise-gonadal/adrenal, e as mamas e os genitais refletem a atividade do eixo hipotálamo-hipófise-gonadal, não devendo, portanto, as variáveis pêlo e mamas/genitais serem "misturadas" na avaliação do estadiamento puberal.

Embora não fosse objetivo desse trabalho, chamou atenção a diferença na distribuição pubertária dos pêlos, encontrada nos pacientes anê-

micos e nos não-anêmicos (dados não apresentados), mostrando que é melhor trabalhar com genitais e mamas, ao invés de pêlos. No grupo não-anêmico, a pilificação seguiu um padrão de distribuição pubertário, e no anêmico houve "perda" desse padrão. Esse resultado talvez se deva à influência da mistura de raças em nosso meio; ou se poderia supor que, na vigência de anemia, o eixo hipotálamo-hipófise-gonadal/adrenal sofra alguma alteração.

Apesar de não se conhecer muito a respeito da prevalência de anemia por deficiência de ferro entre adolescentes do sexo masculino, alguns trabalhos mostram que a baixa prevalência entre os rapazes, em fase pubertária, pode ser explicada pelo aumento fisiológico da concentração de hemoglobina, causado pela maturação sexual, assim como pela diminuição das necessidades depois de completado o estirão pubertário^{27,29}. O pico do crescimento pubertário nas moças ocorre, aproximadamente, um ano antes da menarca podendo, o crescimento rápido, ser causa de anemia. A puberdade na menina aumenta o risco de anemia, enquanto diminui nos rapazes (considerando-se puberdade a menarca nas moças e a poluição noturna nos rapazes)²⁹. No sexo feminino observou-se mais anemia nos estágios M3 (30%) - pico do estirão, e M4 (50%) - fase de desaceleração do crescimento. A justificativa, possivelmente, se encontre no aumento das necessidades, que acontece no pico do estirão, e nas perdas menstruais, muitas vezes, irregulares e abundantes, na desaceleração do crescimento. Nos rapazes encontrou-se 40% de anemia no estágio G3, portanto, na fase de aceleração do crescimento. Considerando que no pico da aceleração (G4) ocorre maior aporte de massa magra, esse resultado sugere que esses rapazes já vinham apresentando deficiência de ferro anteriormente. Em trabalho realizado com adolescentes de escola privada, na cidade de São Paulo, houve maior prevalência de anemia em adolescentes púberes, além disso se observou associação entre estágios de maturação sexual e presença de anemia somente nas meninas (prevalências maiores em estágios 3)²¹.

Para o diagnóstico preciso de anemia por deficiência de ferro, testes de triagem compreendendo a contagem sangüínea, VCM e HCM deveriam acompanhar os testes confirmatórios de deficiência de ferro no sangue e/ou nas reservas de ferro. A OMS recomenda que a etiologia da deficiência de ferro seja avaliada pela presença de dois ou mais parâmetros laboratoriais alterados¹.

Muitos estudos brasileiros usam somente os níveis de hemoglobina na definição metodológica para investigar anemia, talvez, porque não há a preocupação em caracterizar a sua etiologia, provavelmente, pelo fato de a anemia por deficiência de ferro ser a maior causa de anemia em todo o mundo, sobretudo, nos países em desenvolvimento, além das dificuldades operacionais em definir as demais quantificações, desde falta de verba, até inadequado preenchimento de prontuários médicos.

A reconhecida diferença na concentração de hemoglobina em diferentes raças - a negra tem valor de hemoglobina, sabidamente, menor do que a branca - torna as curvas existentes inadequadas para o Brasil, onde a população é ricamente miscigenada. Portanto, novos estudos são necessários para estabelecer padrões de referência de valores de hemoglobina em populações com muita miscigenação³²⁻³⁴.

A Tabela 5 mostra que, efetivamente, classificação da anemia encontrada neste trabalho é a do tipo hipocrômica e microcíticas, corroborando a idéia de anemia carencial. O teste "t" de Student evidenciou que as médias de Hb, HCM e VCM dos pacientes anêmicos e não-anêmicos são significativamente diferentes.

Os valores de Ht foram significativamente menores no grupo anêmico, sendo que a média encontrada (33,54%) está abaixo do ponto de corte estabelecido por Gallagher (35,00%) e pela OMS (34,00% a 39,00%). Alguns pacientes apresentavam Ht abaixo do valor de corte e Hb dentro da faixa de normalidade. Esses indivíduos também são considerados anêmicos. Enfatiza-se, então, a necessidade da avaliação, também, do hematócrito para o estabelecimento de anemia.

Vale observar que no grupo não-anêmico, 37 (8,7%) pacientes apresentavam Ht $\geq$ 45% (45,0% a 54,9%). Eram 8 (22,0%) do sexo feminino, em estadiamentos M2, M3 e M4, e 29 (78,0%) do sexo masculino, em estadiamentos G3, G4 e G5. Nenhum desses pacientes era doente pulmonar crônico, cardiopata ou tabagista, mostrando, portanto, a ação androgênica, que se torna evidente nos estadiamentos mais avançados, principalmente, no sexo masculino.

CONCLUSÃO

Embora baixa, a proporção de anemia é relevante. A concordância obtida entre os valores propostos por Gallagher e pela OMS mostra que é possível usar qualquer um deles, até quando se relaciona com o estadiamento puberal, tornando, portanto, os trabalhos que utilizam esses critérios comparáveis entre si. Há maior predomínio de anemia nas moças em estágio de mamas 3 e 4, justificado pela maior necessidade de ferro presente no estirão, e pelas perdas menstruais, que ocorrem nessas fases, respectivamente; nos rapazes, a proporção maior em estágio 3 (fase de aceleração de crescimento) pode sugerir que eles já estavam depletados antes de entrar na puberdade.

Sabidamente, a anemia é altamente prevalente na faixa etária pediátrica e, muitas vezes, não há aderência ao tratamento, ou o meio ambiente não propicia a cura (condições inadequadas de saneamento básico, má alimentação). Portanto, uma questão a ser pensada é até que ponto o indivíduo já depletado de ferro (anêmico ou não) na infância influenciará o evoluir dos eventos pubertários.

Recomenda-se, ao médico cuidador de adolescentes, atenção não só ao momento de eclosão dos eventos pubertários e à sua evolução, como também, à possibilidade de ocorrer deficiência de ferro nessa faixa etária, antes mesmo do aparecimento dos sinais e sintomas clínicos de anemia.

COLABORADORES

F.C. SILVA e E.C. QUAGLIA participaram da coleta de dados, levantamento bibliográfico, análise estatística e redação científica. M.S.S. VITALE delineou o estudo, coleta de dados, levantamento bibliográfico, análise estatística e redação científica. J.A.P. BRAGA e E.H.G.R. MEDEIROS participaram da análise estatística e redação científica.

REFERÊNCIAS

1. World Health Organization. Iron deficiency anaemia: assessment prevention and control. A guide for programme managers. Geneva, 2001 [cited 2005 Aug 15] Available from: URL: <http://www.who.int/nut/publications.htm>
2. Frith-Terhune AL, Cogswell ME, Kettel KL, Will JC, Ramakrishna U. Iron deficiency anemia: higher prevalence in Mexican American than in non-Hispanic females in the third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Am J Clin Nutr*. 2000; 72(4):963-8.
3. Monteiro CA, Szarfarc SC, Mondini L. Tendência secular da anemia na infância na cidade de São Paulo (1984-1996). *Rev Saúde Pública*. 2000; 34(6):62-72.
4. World Health Organization. Micronutrient deficiencies: battling iron deficiency anaemia. Geneva, 2002 [cited 2005 Aug 15]. Available from: URL: <http://www.who.int/nut/ida.htm>
5. Mora JO, Mora OL. Deficiencias de micronutrientes en América Latina y el Caribe: anemia ferropriva. Washington (DC): OPS; 1998.
6. Lopez G, Yunes J, Solés JA, Omran AR. Salud Reprodutiva en las Americas. Washington (DC): OPS; 1992.
7. Barnes HV. Physical growth and development during puberty. *Med Clin North Am*. 1975; 59(6): 1305-17.
8. Tojo R, Leis R, Pavon P. Necesidades nutricionales en la adolescência. Factores de riesgo. *An Esp Pediatr*. 1992; 49(36 Suppl):80-5.
9. Gambardella AMD, Frutuoso MFP, Franchi C. Prática alimentar de adolescentes. *Rev Nutr*. 1999; 12(1): 55-63.
10. Slap GB, Khalid N, Paikoff RL, Brooks-Gunn J, Warren MP. Evolving self-image, puberal manifestations and puberal hormones: preliminary findings in young adolescent girl. *J Adolesc Health*. 1994; 15(4):327-35.
11. Massawe SN, Ronquist G, Nyström L, Lindmark G. Iron status and iron deficiency anaemia in adolescents in a Tanzanian suburban area. *Gynecol Obstet Invest*. 2002; 54(3):137-44.
12. Caballo-Roig N, Garcia P, Valdemoro M, Del Castillo ML, Tapia MS, Gonzalez Vargaz A, et al. The prevalence of anemia in the children and adolescents of Madrid. *An Esp Pediatr*. 1993; 39(3): 219-22.
13. Hallberg L, Hulten L, Lindstedt G, Lundberg PA, Mark A, Purins J, et al. Prevalence of iron deficiency in Swedish adolescents. *Pediatric Res*. 1993; 34(5): 680-7.
14. Nelson M, White J, Rhodes C. Haemoglobin ferritin, and iron intakes in British children aged 12-14 years: a preliminary investigation. *Br J Nutr*. 1993; 70(1):147-55.
15. Das DK, Biswas R. Nutritional status of adolescents girls in a rural area of North 24 Paraganas district, West Bengal. *Indian J Public Health*. 2005; 49(1): 18-21.
16. Soekarjo DD, Pee Sd S, Kusin JA, Schreurs WH, Schultink W, et al. Effectiveness of weekly vitamin A (10,000 IU) and iron (60mg) supplementation for adolescent boys and girls through schools in rural and urban East Java, Indonésia. *Eur J Clin Nutr*. 2004; 58(6):927-37.
17. Graciano F. Integrated iron supplementation for women: a new approach for iron deficiency control. Yakarta: SEAMEO/TROPMED; 1999.
18. Norton RC, Figueiredo RC, Diamante R, Goulart EM, Mota JA, Viana MB, et al. Prevalence of anemia among school-children from Rio Acima (State of Minas Gerais, Brazil): use of the standardized prevalence method and evaluation of iron deficiency. *Braz J Med Biol Res*. 1996; 29(12): 1617-24.
19. Fujimori E, Szarfarc S, Oliveira IM. Prevalence of iron deficiency anemia in female adolescents in Taboão da Serra, SP, Brazil. *Rev Latinoam Enfermagem*. 1996; 4(3):49-63.
20. Vitale MSS, Queiroz SS. Anemia carencial ferropriva. In: Costa COM, Souza RP. Adolescência aspectos clínicos e psicossociais. São Paulo: Artmed; 2002. p.30-7.
21. Juliano BA, Frutuoso MFP, Gambardella AMD. Anemia em adolescentes segundo maturação sexual. *Rev Nutr*. 2004; 17(1):37-43.
22. Current Trends CDC Criteria for anaemia in children and childbearing-aged women. *Morb Mortal Weekly Rep (MMWR)*. 1989; 38(22):400-4.
23. Demayer E, Dallman PR, Gerney JM, Hallberg L, Sood SK, Srikantia SG. Preventing and controlling iron deficiency anemia through primary health care. Geneva: WHO; 1989.

24. Gallagher JR, Heald FP, Garrel DC. Medical care of the adolescent. 3rd ed. New York: Appleton; 1976.
25. Tanner JM, Whitehouse RH. Clinical longitudinal standarts for height, weight, height velocity, weight velocity and stages of puberty. Arch Dis Child. 1976; 51(3):170-9.
26. Organización Mundial de la Salud. El embarazo y el aborts en la adolescência. Geneve: OMS; 1975. Série de Informes Técnicos, 583.
27. Anttila R, Siimes MA. Serum transferrin and ferritin in pubertal boys: relations to body growth, pubertal age, erythropoiesis, and iron deficiency. Am J Clin Nutr. 1996; 63(2):179-83.
28. Cameron N. Growth and maturation data during adolescence. The use and interpretation of anthropometry in adolescents. Geneva: WHO; 1993.
29. Soekarjo DD, Pee S, Bloem MW, Tjiong R, Yip R, Schreurs WHP, et al. Socio-economic status and puberty are the main factors determining anaemia in adolescent girls and boys in East Java, Indonesia. Eur J Clin Nutr. 2001; 55(11):932-9.
30. Frutuoso MFP, Vigantzky VA, Gambardella AMD. Níveis séricos de hemoglobina em adolescentes segundo estágio de maturação sexual. Rev Nutr. 2003; 16(2):155-62.
31. Bruner AB, Joffe A, Duggan AK, Casella JF, Brandt J. Randomised study of cognitive effects of iron supplementation in non-anaemic iron-deficient adolescent girls. Lancet. 1996; 348(9033):992-6.
32. Dallman PR, Barr GD, Allen CM, Shinefield MD. Hemoglobin concentration in white, black and oriental children: is there a need for separate criteria in screening for anemia? Am J Clin Nutr. 1978; 31(3):377-80.
33. Reeves JD, Driggers DA, Lo EY, Dallman PR. Screening for anemia in infants: evidence in favor of using identical hemoglobin criteria for blacks and Caucasians. Am J Clin Nutr. 1981; 34(10): 2154-7.
34. Perry GB, Byers T, Yip R, Margen S. Iron nutrition does not account for the hemoglobin differences between blacks and whites. J Nutr. 1992; 122(7): 1417-24.

Recebido em: 29/9/2005

Versão final reapresentada em: 30/10/2006

Aprovado em: 22/12/2006

Magnitude e métodos de perda rápida de peso em judocas de elite

Magnitude and methods of rapid weight loss in elite judo athletes

Guilherme Giannini ARTIOLI¹

Fernanda Baeza SCAGLIUSI¹

Viviane Ozores POLACOW¹

Bruno GUALANO¹

Antonio Herbert LANCH A JUNIOR¹

RESUMO

Objetivo

Identificar os métodos utilizados para redução rápida de peso pré-competição, bem como determinar a prevalência da utilização de tais métodos entre judocas de elite e a magnitude da redução do peso.

Métodos

Fizeram parte do estudo 28 judocas de elite do sexo masculino, da cidade de São Paulo. Os atletas tiveram aferido o seu peso corporal, e relataram em que categorias de peso competiam. Desses, 19 foram entrevistados por nutricionista, para a investigação de questões relativas ao histórico de peso e de dietas. O estudo foi conduzido entre agosto de 2002 e junho de 2004.

Resultados

Os resultados mostraram que 85,7% da amostra estava, em média, 4,2% (desvio-padrão=2,6) acima do limite de peso da categoria. Entre os que foram entrevistados, 89,5% relataram que, habitualmente, mantinham o peso acima do máximo da categoria, e 100% já pesaram mais do que tal limite. De modo geral, eles pesavam 3,7% (desvio-padrão=1,8) a mais do que o peso da categoria, e chegaram a atingir 7,8% (desvio-padrão=3%) acima do limite. Os métodos de redução rápida de peso mais utilizados foram: desidratação, diminuição da ingestão energética e diminuição da ingestão de doces e gorduras.

Conclusão

Grande parte dos judocas avaliados apresenta peso corporal acima do limite de suas categorias e o reduz significativamente antes das competições, por meio de diversos métodos, muitos dos quais são prejudiciais à saúde e ao desempenho. Medidas para desencorajar tais práticas devem ser estudadas e implementadas como forma de prevenir consequências mais graves.

Termos de indexação: artes marciais; atleta; desempenho; perda de peso; peso corporal; saúde.

¹ Universidade de São Paulo, Escola de Educação Física e Esporte, Laboratório de Nutrição e Metabolismo Aplicados à Atividade Motora. Av. Professor Mello Moraes, 65, Cidade Universitária, 05508-900, São Paulo, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: A.H. LANCH A JUNIOR.

ABSTRACT

Objective

The objective of the present study was to identify the methods used to rapidly lose weight before a competition and determine the prevalence of such methods among elite judo athletes and the magnitude of weight loss.

Methods

This sample consisted of 28 male elite judo athletes from the city of São Paulo. Their body weight and the weight category in which they competed were recorded. Of these, 19 were interviewed by a nutritionist to investigate weight and diet histories. The study took place between August 2002 and June 2004.

Results

The results showed that 85.7% of the sample was, on average, 4.2% (standard deviation=2.6) above the limit of their weight categories. Among those who were interviewed, 89.5% reported that they usually kept the body weight above the limit, and 100% reported that their weight was, at least once, above this limit. Generally, they weighed 3.7% (standard deviation=1.8) more than the weight limit of their category, sometimes as much as 7.8% (standard deviation=3%) above the limit. The most frequently used methods to lose weight rapidly were dehydration, decrease in energy intake and decreased consumption of sweets and fats.

Conclusion

Most of the judo athletes assessed present body weight above the limit of their categories and they lose weight quickly before competitions, using many methods, some of which are detrimental to their health and performance. Measures to discourage such practices should be studied and implemented in order to prevent more severe complications.

Indexing terms: martial arts; athletic; performance; weight loss; body weight; health.

INTRODUÇÃO

Alguns atletas necessitam manter a massa corporal constantemente reduzida por exigência de suas modalidades, como no caso de dançarinos, patinadores e ginastas. Outros, como atletas de luta, para competir em categorias mais leves contra adversários menores e mais fracos, reduzem seu peso corporal dias antes das competições e o recuperam subseqüentemente^{1,2}.

Steen & Brownell² relataram que, entre atletas norte-americanos universitários de luta olímpica, 41% perdem de 5 a 9,1kg em cada semana durante uma temporada. Alguns atletas relataram diminuir 22,7kg, enquanto outros relataram reduzir o peso cerca de 60 vezes em uma temporada. Para tanto, esses atletas utilizam uma série de procedimentos que podem tanto prejudicar o desempenho quanto a saúde^{1,3-8}. Entre as estratégias mais utilizadas para diminuir o peso estão: restrição alimentar severa, realização de exercícios intensos, e desidratação - alcançada pela restrição da ingestão de líquidos, pelo uso de saunas, e pelo treinamento em ambientes

quentes com ou sem roupas de plástico e borracha^{1,2,9,10}. Alguns relatos apontam que até indução de vômitos e ingestão de laxativos e diuréticos são adotados, na tentativa de alcançar o peso da categoria².

Para que se tenha um bom desempenho em torneios de judô, é necessário que o atleta possua elevado nível técnico-tático, bem como força, capacidade aeróbia, flexibilidade, potência e resistência anaeróbia¹¹. Em competições de alto nível, nas quais o desenvolvimento técnico-tático dos atletas é bastante equivalente, a importância de preparação física adequada torna-se ainda mais evidente, e pequenas alterações, em qualquer variável que influencie o desempenho, podem determinar o resultado final de uma luta ou competição. Desse modo, a prática da redução rápida de peso pode ser contraproducente para o desempenho esportivo, e atletas brasileiros podem estar competindo com certo comprometimento de seu potencial físico.

Uma vez que a maioria dos estudos sobre redução rápida de peso foi feita em lutadores

norte-americanos de luta olímpica, são necessárias mais investigações sobre a magnitude desse problema entre judocas brasileiros, para que se tenha base científica que fundamente condutas adequadas à correção de tais práticas.

Nesse sentido, este estudo teve como objetivos analisar quantitativamente a inadequação do peso corporal em relação ao peso das categorias, em atletas de judô; identificar os métodos de perda de peso pré-competição adotados por esses atletas; e analisar qualitativamente esses métodos, apontando soluções que possam ser aplicadas.

MÉTODOS

Participaram da pesquisa 28 atletas competidores do sexo masculino, cujas características estão descritas na Tabela 1. A amostra foi selecionada de acordo com os seguintes critérios: (1) ter idade entre 16 e 29 anos; (2) estar participando, no momento da coleta, de torneios de nível regional ou mais importante; (3) ter graduação mínima de faixa-marrom; (4) praticar judô há, pelo menos, seis anos. Os atletas treinavam na cidade de São Paulo, local onde ocorreu a coleta de dados. O estudo foi conduzido entre agosto de 2002 e junho de 2004.

Após leitura e assinatura do termo de consentimento, os atletas foram pesados em uma balança digital (Kratos-CAS, modelo Línea) e medidos em estadiômetro de prancha. A composição corporal foi avaliada pelo método da pesagem hidrostática. Em seguida, eles responderam a um questionário de avaliação do nível competitivo e, então, foram entrevistados por nutricionista. Todo o procedimento foi aprovado pelo Comitê de Ética

em Pesquisa com Seres Humanos do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo.

Na entrevista, os atletas responderam a um inquérito do tipo história alimentar¹², no qual a nutricionista perguntou sobre o peso atual e sobre o histórico de peso (categoria em que competia, peso que costumava manter, peso máximo e mínimo atingido). Os atletas foram questionados também sobre quais métodos utilizaram para chegar ao peso mínimo, e em quais circunstâncias atingiram o peso máximo. Da mesma forma, eles relataram as estratégias que utilizavam para perder peso antes das competições.

Apenas 19 atletas compareceram à entrevista com a nutricionista. Dos outros 9 foram verificados apenas o nível competitivo, o peso corporal, e o peso da categoria.

Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva, com auxílio do *software* SPSS 10.0, e estão apresentados em média (M) e desvio-padrão (DP).

RESULTADOS

A maioria dos sujeitos encontrava-se, no momento da entrevista, acima do peso máximo de sua respectiva categoria. Do total da amostra, 85,7% (24 atletas) estava acima do peso, 10,7% (3 atletas) estava abaixo do peso, e 3,6% (1 atleta) estava, exatamente, no limite da categoria. Eles se encontravam, em média 4,2% (2,9kg, DP=1,7kg) acima do peso da categoria. Os dados referentes ao percentual de indivíduos com excesso de peso, no momento da coleta, estão apresentados na Figura 1.

Tabela 1. Características gerais de judocas de elite (n=28). São Paulo, 2004.

Idade (anos)		Peso (kg)		Estatura (cm)		Gordura corporal (%)		Tempo de judô (anos)		Nível competitivo (% de amostra)		
M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	Estadual	Nacional	Internacional
20	3	75,3	11,7	173	8	7,4	2,3	13	3	22	21	57

M= média; DP: desvio-padrão.



Figura 1. Judocas de elite com peso corporal acima do limite da categoria, de acordo com o índice de inadequação (n=24). São Paulo, 2004.

As estratégias mais relatadas para desidratar envolveram corridas ou treinos com agasalhos e sacos plásticos debaixo do kimono e restrição total ou parcial da ingestão de líquidos. Outros relatos bastante recorrentes foram: deixar de comer à noite, deixar de comer entre as refeições e jejuar antes da pesagem. É importante salientar que os atletas reduziam o peso em menos de sete dias, e que grande quantidade de peso era perdida nos três últimos dias antes das pesagens, as quais, geralmente, ocorrem no mesmo dia da competição, horas antes do início das lutas.

Tabela 2. Peso habitual e peso máximo de judocas de elite, relatados durante o inquérito alimentar (n=19). São Paulo, 2004.

Peso	Acima do limite da categoria (%)	Peso corporal acima do limite máximo da categoria			
		M	DP	Mediana	Variação
Habitual	89,5	2,5	1,1kg	3kg	1 a 4kg
		3,7	1,8%	4,1%	1,2 a 6,7%
Máximo	100,0	5,5	2,6kg	5kg	2 a 12kg
		7,8	3%	8,3%	2,7 a 12,3%

M= média; DP: desvio-padrão.

Dos 19 judocas que responderam ao inquérito alimentar, 17 relataram que costumavam manter-se acima do peso da categoria, e apenas 2 costumavam manter o seu peso no limite da mesma. Todos os entrevistados relataram que o menor peso atingido equivalia ao peso máximo de suas categorias, ou seja, quando esses atletas estão em seu menor peso, eles estão no limite máximo da categoria. Vale dizer que o peso máximo dos mesmos era atingido quando ficavam por algum tempo sem treinar, seja em função de lesão ou de férias. Já o peso mínimo era alcançado somente antes das pesagens para as competições. A Tabela 2 apresenta os dados referentes ao comportamento de peso dos judocas entrevistados.

A Tabela 3 apresenta os dados relativos aos métodos de redução rápida de peso antes das competições. Os dados foram computados segundo a quantidade de atletas que utilizavam com frequência determinado método. Como a maioria dos judocas costuma utilizar mais de intervenção, o número total de intervenções foi maior do que o de sujeitos entrevistados.

Tabela 3. Procedimentos adotados por judocas de elite para perda rápida de peso (n=19). São Paulo, 2004.

Método	Atletas (n)	Amostra (%)
Desidratar	13	68,4
Diminuir a ingestão energética total	12	63,1
Cortar gorduras e "guloseimas"	9	47,4
Fazer mais exercícios	5	26,3
Cortar ou diminuir a ingestão no jantar	5	26,3
Aumentar a ingestão de salada	5	26,3
Diminuir a ingestão de carboidratos	2	10,5

DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo indicam que judocas de elite têm dificuldades em se manter dentro dos limites de peso de suas respectivas categorias. Isso quer dizer que, momentos antes das competições, eles precisam reduzir o peso corporal, muitas vezes, em grandes quantidades, por meio de diversos métodos (Tabela 3), os quais são potencialmente danosos à saúde e ao desempenho^{1,3-8}.

O presente estudo constatou que a proporção da redução rápida de peso, a quantidade de peso a ser reduzida e as estratégias adotadas são semelhantes aos achados de Steen & Brownell², Tipton & Tchong⁹ e Oppliger et al.¹⁰, os quais avaliaram atletas norte-americanos de luta olímpica. Da mesma maneira, os resultados obtidos sobre peso máximo atingido são bastante semelhantes aos valores de peso obtidos fora de temporada pelos referidos autores. Vale lembrar que os judocas deste estudo atingiram o peso máximo durante as férias ou durante um longo período sem treino.

Tipton & Tchong⁹ observaram que o peso médio perdido entre o início da temporada e o período das competições foi de 3,1kg (DP=2,4) ou 4,9% (DP=4). Os métodos mais utilizados para reduzir peso pelos atletas do referido estudo foram: diminuição do consumo de alimentos (16%) e líquidos (14%) e prática de exercícios em ambientes quentes (23%) com roupas de plástico ou borracha (5%). Steen & Brownell² verificaram que, entre competidores universitários, 41% variam seu peso de 5 a 9,1kg por semana, enquanto 44% variam de 2,7 a 4,5kg por semana. Oitenta e nove por cento deles responderam que já tiveram de perder peso e que reduzem 4,4kg (DP=2,1) em 3 dias. Com relação à frequência, 35% responderam ter diminuído de 0,5 a 4,5kg de peso mais de 100 vezes em sua vida, e 22% perderam entre 5 a 9,1kg de 21 a 50 vezes durante a vida.

Embora os trabalhos citados anteriormente^{2,9} sejam relativamente antigos, os dados desta pesquisa demonstram que, a despeito das diferenças culturais entre Brasil e Estados Unidos, o comportamento atual com relação à perda de peso não apresenta diferenças importantes, principalmente se for considerado que tais estudos foram realizados há mais de 15 e 30 anos, respectivamente. A preocupação decorrente dessa constatação é que condutas realizadas há mais de 30 anos ainda são utilizadas por lutadores norte-americanos, embora em menor magnitude¹³, mesmo com a implementação de programas educativos e as alterações nas regras^{10,13}. Com relação aos atletas brasileiros, observa-se um

padrão semelhante de comportamento, mas nenhum estudo foi ainda realizado e pouca importância tem sido dada ao assunto. A lógica competitiva impele os atletas a reduzirem o peso corporal por métodos perigosos e contraproducentes, como os observados neste trabalho.

Ainda em relação ao peso corporal dos judocas avaliados, apenas dois dos atletas haviam mudado para uma categoria mais pesada. Desses, um ainda estava 1,7% acima do limite da nova categoria, enquanto o outro estava 1,4% abaixo do peso máximo, embora tenha relatado manter-se constantemente 1,4% acima desse peso. Isso indica que, apesar de não terem sido questionados a respeito disso, a frequência com que os judocas entrevistados neste estudo reduzem peso é, provavelmente, elevada, já que eles competem sempre na mesma categoria, costumam pesar mais do que o limite da mesma, e participam de inúmeras competições por temporada.

Haja vista que tais práticas são absolutamente recorrentes, há um constante ciclo de redução e ganho rápido de peso (WC - *weight cycling*). Esse fato tem sido apontado como um agravante no quadro de inadequação do peso da categoria em relação ao seu peso corporal¹⁴, pois o rápido ganho de peso, após rápida redução, ocorre devido a adaptações fisiológicas pelas quais o corpo se torna mais eficiente na utilização e armazenamento de energia (aumento na eficiência alimentar). Aliada a esse aumento da eficiência alimentar, há uma diminuição da taxa metabólica basal, o que torna as próximas reduções cada vez mais difíceis¹⁴ e exige restrições energéticas cada vez maiores¹.

Especula-se que a composição corporal possa modificar-se em decorrência da prática prolongada de WC. Ao retornar ao peso habitual, após o período de redução, é possível que haja aumento na quantidade de gordura corporal¹⁵ e alterações na sua distribuição, em favor de maior acúmulo nas regiões centrais^{15,16}. Especula-se, ainda, que a prática de WC possa aumentar as chances de problemas cardíacos, como hipertensão¹⁷.

Conforme mencionado, apesar deste estudo não ter questionado diretamente os judocas a respeito da frequência de redução de peso, pode-se inferir, pelo elevado número de competições durante uma temporada, e pelo fato de eles raramente "subirem" de categoria, que eles praticam WC. Esse fato é um indicativo da preocupante magnitude do problema de competir em categorias de peso que não condizem com a morfologia dos atletas.

Os principais efeitos adversos da perda rápida de peso, atingida por restrição alimentar e desidratação, são: (1) diminuição do volume plasmático e sangüíneo¹⁸; (2) redução da função cardíaca, a qual está associada ao aumento da frequência cardíaca, diminuição do volume de ejeção e do débito cardíaco¹⁹; (3) diminuição da concentração sérica de testosterona²⁰; (4) diminuição do fluxo sangüíneo renal e do volume de filtração glomerular²¹; (5) aumento da perda de eletrólitos²²; (6) diminuição da atividade do sistema imunológico^{5,6}; (7) piora do estado de humor^{4,23}; (8) aumento do risco de transtornos alimentares²⁴; (9) e até mesmo interrupção temporária do crescimento²⁵.

A rápida redução de peso pode prejudicar o rendimento competitivo, embora ainda permaneçam dúvidas a respeito disso. Há consenso no que se refere aos efeitos sobre o desempenho de *endurance*, o qual é diminuído pela rápida perda de peso²⁶. No entanto, os efeitos da perda rápida de peso sobre o desempenho anaeróbio (o mais relacionado ao desempenho em lutas) são mais controversos. A despeito dessa contradição, é provável que as capacidades mais importantes para uma boa *performance* no judô sejam, de fato, prejudicadas^{3,27,28}.

Os principais mecanismos envolvidos com a redução do desempenho após uma rápida redução do peso corporal são: (1) diminuição dos estoques de glicogênio muscular causada pela restrição energética, combinada à prática de exercícios intensos²⁷; (2) redução na taxa de utilização do glicogênio^{7,18,23}; (3) perda aguda de massa muscular^{7,14,28}; (4) desequilíbrio no sistema

de tamponamento do bicarbonato e conseqüente aumento da acidose muscular, causados pela diminuição do conteúdo de glicogênio muscular²³ e pela ceto-acidose metabólica²⁷; (5) aumento da temperatura corporal, e maior dificuldade de termorregulação²⁹.

Considerando os métodos utilizados pelos atletas deste estudo para redução do peso corporal, bem como a quantidade de peso reduzida, é possível que ocorra desidratação, perda de eletrólitos, depleção de glicogênio muscular e desequilíbrio na regulação ácido-base. Diante desse fato é provável que judocas brasileiros de elite compitam em condições metabólico-fisiológicas que tendem a diminuir a força e a potência muscular, assim como acelerar o processo de fadiga. Isso torna óbvia a relação negativa com a *performance* em lutas. Além disso, a constante utilização de tais métodos coloca em risco a saúde desses atletas.

Como recomendações práticas, para que se evite queda no desempenho, pode-se sugerir a adoção de dietas balanceadas para perda gradual de peso - ao invés de perda rápida - que não sejam acompanhadas por restrições hídricas e que contenham elevado teor de carboidratos^{23,30,31}. Pode-se recomendar, ainda, que o atleta consuma uma dieta composta basicamente por carboidratos nas horas compreendidas entre a pesagem e o início dos combates⁷.

No entanto, mais do que, com essas recomendações, encorajá-los a continuar perdendo peso, é preciso modificar o sistema de classificação das categorias e de pesagem, de modo que não sejam mais necessárias, tampouco permitidas, grandes reduções no peso corporal.

Tcheng & Tipton³² propuseram uma fórmula para prever o peso mínimo no qual lutadores de luta olímpica poderiam competir, o que poderia ser também adaptado para campeonatos nacionais. Além disso, Tipton et al.³³ afirmam que, ao aumentar o número de categorias de peso, diminui-se a prevalência da redução rápida de peso. É interessante notar que esses autores referiam-se a um sistema no qual havia 12 dife-

rentes categorias de peso, e que nos campeonatos nacionais e internacionais de judô existem apenas 7 categorias de peso, incluindo a "peso-pesado". Para Tipton et al.³³ o ideal seria que o estabelecimento das categorias de peso obedecesse ao seguinte critério: intervalos de 6 a 8 libras (aproximadamente, 2,7 a 3,6kg) até as categorias inferiores a 155 libras (aproximadamente, 70kg), e intervalos de 10 libras (aproximadamente, 4,5kg) até a categoria sem limite de peso.

Dados recentes de Davis et al.¹³ mostraram que as medidas adotadas pela *National Collegiate Athletic Association* (NCAA) para reduzir a perda rápida de peso entre lutadores de luta olímpica foram, em certa medida, eficientes, e concluem que, talvez, a tradição de reduzir o peso esteja mudando. É necessário ressaltar, no entanto, que, ainda assim, a prevalência da perda rápida de peso é bastante alta, e que muitos atletas seguem utilizando métodos "extremos" para redução do peso.

Em relação à metodologia utilizada neste estudo, cabem aqui algumas considerações. Nos trabalhos que avaliaram a prevalência e a magnitude da perda rápida de peso citados nesta discussão, conduzidos em países desenvolvidos, geralmente, são utilizados entrevistas ou questionários padronizados. Tais questionários são desenvolvidos e validados em língua inglesa. Sabe-se, entretanto, que não é adequado utilizar esses instrumentos em outras línguas sem um processo minucioso de tradução e validação³⁴. Assim, no momento deste estudo, não existia um questionário traduzido e validado para a língua portuguesa. Dessa forma, os autores optaram por obter os dados necessários a partir de entrevista, pois, caso alguma situação preocupante fosse constatada, ter-se-ia a fundamentação para a avaliação psicométrica de um questionário. Assim, em passos futuros, os autores pretendem trabalhar na validação de questionários sobre perda rápida de peso e o "comer transtornado" (*disordered eating*) em atletas.

A história alimentar, por sua vez, é o método mais antigo e testado de avaliação do

consumo alimentar¹². Uma de suas grandes vantagens é que ela não fornece apenas dados de consumo alimentar, mas também de comportamentos alimentares, que foram, justamente, os dados coletados neste estudo. Assim, é sabido que a história alimentar é o método de escolha, quando se pretende levantar informações mais profundas sobre alimentação³⁵. Muitos autores consideram que a validade da história alimentar é alta, especialmente em relação aos outros métodos. Ela tem sido utilizada, inclusive, em populações clínicas que apresentam aspectos do "comer transtornado" semelhantes aos apresentados pela amostra deste estudo^{36,37}.

A principal limitação deste estudo é o baixo número de sujeitos participantes, o que impede que os resultados obtidos sejam extrapolados para a população estudada. Entretanto, a amostra foi composta por judocas de elite, e a metodologia utilizada permite boa confiança e acurácia para o tipo dado coletado.

Algumas medidas preliminares podem diminuir a incidência de perda rápida de peso entre judocas, e poderiam ser estudadas pelas entidades que organizam torneios de judô. São elas: aumentar a quantidade de categorias de peso; realizar, aleatoriamente, exames (osmolaridade da urina ou bio-impedância, por exemplo) que verifiquem o estado de hidratação dos atletas no momento da pesagem, para eventuais sanções àqueles que estiverem acentuadamente desidratados; realizar as pesagens somente instantes antes das lutas, entre outras. Sem dúvida, há necessidade de estudos que verifiquem a eficiência dessas e de outras medidas, bem como de uma discussão profunda entre comunidade científica, atletas e entidades esportivas, antes que sejam adotadas em larga escala.

Estudos futuros deveriam envolver não apenas atletas de elite, mas de todos os níveis competitivos, sexo e idade, com um número amostral ampliado. Outros deveriam ser conduzidos, ainda, para que mudanças nas regras visando à diminuição da perda rápida de peso entre atletas possam ser, efetivamente, implementadas.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que os judocas de elite deste estudo costumam pesar mais do que o limite da categoria, tal qual relatado pela literatura com atletas norte-americanos de luta olímpica. Para adequar o peso, esses atletas utilizam métodos que podem, tanto piorar o desempenho em lutas, quanto ser prejudicial à saúde em vários aspectos. Como forma de minimizar o problema pode-se aumentar a quantidade de categorias de peso, verificar o nível de hidratação dos atletas no momento da pesagem e diminuir o lapso de tempo entre a pesagem e a luta. De qualquer forma, é necessário que se façam levantamentos mais abrangentes e complexos a respeito desse assunto, e que se estudem medidas que visem a diminuir a prevalência e a magnitude do problema.

COLABORADORES

G. ARTIOLI realizou a correção do projeto de pesquisa e de todo o desenho experimental, fez o contado com os atletas para participarem do estudo, analisou os dados e redigiu o texto; F. SCAGLIUSI participou na coleta de dados e na definição da metodologia, na discussão e redação do texto; V. POLACOW participou na coleta de dados e contribuiu na discussão dos dados e redação do texto; B. GUALANO auxiliou em todas as etapas do estudo desde a coleta de dados à análise e interpretação dos dados e na elaboração do texto. A.H. LANCHÁ JUNIOR participou em todas as etapas de elaboração do projeto, definição do desenho experimental e dos métodos, análise e interpretação dos dados e redação do texto final.

REFERÊNCIAS

1. Brownell KD, Steen SN, Wilmore JH. Weight regulation practices in athletes: analysis of metabolic and health effects. *Med Sci Sports Exerc.* 1987; 19(6):546-56.
2. Steen SN, Brownell KD. Patterns of weight loss and regain in wrestlers: has the tradition changed? *Med Sci Sports Exerc.* 1990; 22(6):762-8.
3. American College of Sports Medicine. Position Stand on weight loss in wrestlers. *Med Sci Sports Exerc.* 1996; 28(2):ix-xii.
4. Filaire E, Maso F, Degoutte F, Jouanel P, Lac G. Food restriction, performance, psychological state and lipid values in judo athletes. *Int J Sports Med.* 2001; 22(6):454-9.
5. Kowatari K, Umeda T, Shimoyama T, Nakaji S, Yousuke Y, Sugawara K. Exercise training and energy restriction decrease neutrophil phagocytic activity in judoists. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 33(04):519-24.
6. Ohta S, Nakaji S, Suzuki K, Totsuka M, Umeda T, Sugawara M. Depressed humoral immunity after weight reduction in competitive judoists. *Luminescence.* 2002; 17(3):150-7.
7. Rankin JW, Ocel JV, Craft LL. Effect of weight loss and refeeding diet composition on anaerobic performance in wrestlers. *Med Sci Sports Exerc.* 1996; 28(10):1292-9.
8. Zambraski EJ, Tipton CM, Tcheng T, Jordon HR, Vailas AC, Callahan AK. Iowa wrestling study: changes in the urinary profiles of wrestlers prior to and after competition. *Med Sci Sports Exerc.* 1975; 7(3):217-20.
9. Tipton CM, Tcheng TK. Iowa wrestling study: weight loss in high school students. *JAMA.* 1970; 214(7):1269-74.
10. Oppliger RA, Steen SN, Scott JR. Weight loss practices of college wrestlers. *Int J Sport Nutr Exerc Metabol.* 2003; 13(1):29-46.
11. Little NG. Physical performance attributes of junior and senior women, juvenile, junior and senior men judokas. *J Sports Med Phys Fitness.* 1991; 31(4):510-20.
12. Thompson FE, Byers T. Dietary assessment resource manual. *J Nutr.* 1994; 124(11Suppl):2245S-317S.
13. Davis SE, Dwyer GB, Reed K, Bopp C, Stosic J, Shepanski M. Preliminary investigation: the impact of the NCAA Wrestling Weight Certification Program on weight cutting. *J Strength Cond Res.* 2002; 16(2):305-7.
14. McCargar LJ, Crawford SM. Metabolic and anthropometric changes with weight cycling in wrestlers. *Med Sci Sports Exerc.* 1992; 24(11):1270-5.
15. Saris WHM. Physiological aspects of exercise in weight cycling. *Am J Clin Nutr.* 1989; 49(5Suppl):1099-104.
16. Steen SN, Oppliger RA, Brownell KD. Metabolic effects of repeated weight loss and regain in adolescent wrestlers. *JAMA.* 1988; 260(1):47-50.
17. Lissner L, Odell PM, D'agostino RB, Stokes J, Kreger BE, Belanger AJ, et al. Variability of body weight and health outcomes in the Framingham population. *N Eng J Med.* 1991; 324(26):1839-44.

18. Burge CM, Carey MF, Payne WA. Rowing performance, fluid balance, and metabolic function following dehydration and rehydration. *Med Sci Sports Exerc.* 1993; 25(12):1358-64.
19. Ribsill PM, Herbert WG. Effect of rapid weight reduction and subsequent rehydration upon the physiological working capacity of wrestlers. *Res Quarterly.* 1970; 41(4):536-41.
20. Strauss RH, Lanese RR, Malarkey WB. Weight loss in amateur wrestlers and its effects on serum testosterone levels. *JAMA.* 1985; 254(23):3337-8.
21. Rowell LB. Human cardiovascular adjustments to exercise and thermal stress. *Physiol Rev.* 1974; 54(1):75-159.
22. Costill DL, Sparks KE. Rapid fluid replacement following thermal dehydration. *J Appl Physiol.* 1973; 34(3):299-303.
23. Horswill CA, Hickner RC, Scott JR, Costill DL, Gould D. Weight loss, dietary carbohydrate modifications, and high intensity, physical performance. *Med Sci Sports Exerc.* 1990; 22(4):470-6.
24. Polivy J, Herman CP. Dieting and bingeing. A causal analysis. *Am Psychol.* 1985; 40(2):193-201.
25. Horswill CA, Park SH, Roemich JN. Changes in the protein nutritional status of adolescent wrestlers. *Med Sci Sports Exerc.* 1990; 22(5):599-604.
26. Fogelholm MG. Effects of bodyweight reduction on sports performance. *Sports Med.* 1994; 18(4):249-67.
27. Hickner RC, Horswill JM, Welker J, Scott JN, Roemich JN, Costill DL. Test development for the study of physical performance in wrestlers following weight loss. *Int J Sports Med.* 1991; 12(6):557-62.
28. Klinzing JE, Karpowicz W. The effects of rapid weight loss and rehydration on a wrestling performance test. *J Sports Med.* 1986; 26(2):149-56.
29. Bock WE, Fox EL, Bowers R. The effect of acute dehydration upon cardiorespiratory endurance. *J Sports Med Phys Fitness.* 1967; 7(2):62-72.
30. McMuray RG, Proctor CR, Wilson WL. Effect of caloric deficit and dietary manipulation on aerobic and anaerobic exercise. *Int J Sports Med.* 1991; 12(2):167-72.
31. Fogelholm MG, Koskinen R, Laskaso J, Rankinen T, Ruokonen I. Gradual and rapid weight loss: effects on nutrition and performance in male athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 1993; 25(3):371-7.
32. Tcheng TK, Tipton CM. Iowa wrestling study: anthropometric measurements and the prediction of a "minimal" body weight for high school wrestlers. *Med Sci Sports Exerc.* 1973; 5(1):1-10.
33. Tipton CM, Tcheng T, Zambraski EJ. Iowa wrestling study: weight classification systems. *Med Sci Sports Exerc.* 1976; 8(2):101-4.
34. Bowden A, Fox-Rushby JA. A systematic and critical review of the process of translation and adaptation of generic health-related quality of life measures in Africa, Asia, Eastern Europe, the Middle East, South America. *Soc Sci Med.* 2003; 57(7):1289-306.
35. Kohlmeier L. Future of dietary exposure assessment. *Am J Clin Nutr.* 1995; 61(3suppl):702S-9S.
36. American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: nutrition intervention in the treatment of anorexia nervosa, bulimia nervosa, and eating disorders not otherwise specified (EDNOS). *J Am Diet Assoc.* 2001; 101(7):810-19.
37. Van Binsbergen CJ, Hulshof KF, Wedel M, Odink J, Coelingh Bennink HJ. Food preferences and aversions and dietary pattern in anorexia nervosa patients. *Eur J Clin Nutr.* 1988; 42(8):671-8.

Recebido em: 10/8/2005

Versão final reapresentada em: 14/7/2006

Aprovado em: 20/12/2006

Metabolismo energético em atletas de *endurance* é diferente entre os sexos

Energetic metabolism in endurance athletes is different between sexes

Alessandra Barreto PARAVIDINO¹

Emilson Souza PORTELLA¹

Eliane de Abreu SOARES^{1,2}

RESUMO

Atletas de *endurance* têm suas necessidades energéticas aumentadas devido ao seu alto gasto energético durante o exercício. Contudo, ainda não estão claros quais são as diferenças do metabolismo energético entre os sexos e se essas diferenças vão implicar em mudanças em suas dietas. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi reunir informações da literatura sobre as diferenças entre os sexos em relação ao metabolismo energético em atletas de *endurance*. Alguns estudos demonstram que, durante exercício de longa duração, as mulheres utilizam como fonte de energia maior quantidade de lipídeos e menor de carboidratos e proteínas, quando comparadas aos homens. Já outros autores não encontraram diferença entre os sexos na proporção dos substratos metabolizados, mas sim nos tipos de lipídeos utilizados. Essa diferença na utilização de substratos vem sendo relacionada a distintas concentrações de alguns hormônios entre homens e mulheres, como: 17 β -estradiol, progesterona, testosterona, epinefrina, norepinefrina, hormônio de crescimento, insulina e glucagon. Também foi observado que os atletas aumentam seus estoques de glicogênio quando consomem dieta com sobrecarga glicídica, enquanto que as atletas apenas têm seus estoques de glicogênio aumentados quando ingerem dieta com sobrecarga glicídica e hiperenergética. Esse achado é bastante relevante, pois a concentração de glicogênio está diretamente ligada ao rendimento do atleta durante o exercício de *endurance*. Portanto, a literatura sugere que há diferenças entre os sexos quanto à utilização de substratos em atletas. Porém, novos estudos são necessários para melhor esclarecimento do metabolismo energético dos atletas de *endurance* possibilitando, assim, a adequação de suas recomendações nutricionais.

Termos de indexação: alimentos para praticantes de atividade física; atletas de *endurance*; metabolismo energético; sexo.

ABSTRACT

Endurance athletes have higher energy needs because they spend a lot of energy during exercise. However, the metabolic differences between genders and if these differences will imply in dietary changes are still not clear.

¹ Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Nutrição, Curso Nutrição. R. São Francisco Xavier, 524, 12º andar, Bloco D, Maracanã, 20550-013, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: E.A. SOARES.

² Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Nutrição. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Thus, the objective of this study was to gather information from the literature on the differences between the genders regarding energy metabolism in endurance athletes. Some studies show that during long-lasting exercise, women use more lipids and less carbohydrates and proteins as energy source when compared with men. Yet, other authors have not found a difference between genders in the proportions of metabolized substrates but in the kinds of lipids used. This difference in the use of substrates has been related with distinct concentrations of some hormones in men and women, such as 17 β -estradiol, progesterone, testosterone, epinephrine, norepinephrine, growth hormone, insulin and glucagon. It has also been observed that male athletes increase their glycogen stores when they consume diets with a high sugar load while females only increase their glycogen stores when they consume diets with a high sugar load and excess calories. This finding is very relevant since the concentration of glycogen is directly associated with the athlete's performance during endurance exercise. Therefore, literature suggests that there are differences between the genders regarding the use of substrates in athletes. However, new studies are needed to better clarify the energy metabolism of endurance athletes and thus make more adequate nutritional recommendations.

Indexing terms: foods for persons engaged in physical activities; endurance athletes; energy metabolism; sex.

INTRODUÇÃO

Estudos recentes demonstram que mulheres oxidam proporcionalmente maior quantidade de lipídeos e menor de carboidratos¹⁻¹⁰ e de proteínas durante exercícios de longa duração, quando comparadas aos homens. Tal fato justificaria uma possível diferença entre os sexos na recomendação de macronutrientes em esportes de longa duração. Contudo, outros autores não encontraram diferenças significativas, entre homens e mulheres, na proporção dos substratos utilizados durante o exercício¹¹⁻¹⁹.

Roepstorff et al.¹² destacaram que a contribuição relativa de carboidratos e lipídeos como combustíveis, durante o exercício submáximo, é resultado da utilização dos diferentes carboidratos (glicose sanguínea e glicogênio muscular) e dos lipídeos (ácidos graxos de cadeia longa ligados à albumina plasmática, ácidos graxos dos triacilgliceróis presentes nas lipoproteínas de muito baixa densidade -VLDL- e ácidos graxos dos triacilgliceróis das células musculares). Eles também afirmaram que o estudo de utilização de substrato feito no músculo ativo oferece mais detalhes do que a avaliação de todo o corpo, refletindo apenas o metabolismo do músculo esquelético.

Alguns autores afirmaram que as concentrações basais de glicogênio muscular são similares em homens e em mulheres^{1,2,6,20}, entretanto, estudos sugerem diferenças entre os sexos na utilização do glicogênio hepático e não do glicogênio muscular esquelético^{2,6,12,16,21}.

Ao contrário do glicogênio muscular, o conteúdo e a utilização de triacilglicerol intramuscular é maior nas mulheres, quando comparado aos homens^{13,22}. Aquelas também parecem apresentar maior eficiência na lipólise e na captação de ácidos graxos livres do plasma¹².

Vários fatores implicam em diferentes respostas fisiológicas ao exercício entre os sexos, como: proporção e composição corporal, características musculares, capacidade aeróbica, diferenças na atividade enzimática e mecanismos celulares, e efeito hormonal^{23,24}.

A maior concentração de 17 β -estradiol nas mulheres vem sendo considerada um dos mediadores dessa diferença entre os sexos, na preferência de substratos^{13,25-27}. Além desse, outros hormônios vêm sendo citados como possíveis mediadores, como: progesterona, testosterona, catecolaminas (epinefrina e norepinefrina), hormônio de crescimento, insulina e glucagon^{1,4,13,25,28}.

O ciclo menstrual parece influenciar a utilização de carboidratos nas mulheres durante o exercício²⁹, mas não altera o metabolismo de lipídeos³⁰. É importante observar que a maioria dos estudos vem comparando homens e mulheres, quando estas estão na fase folicular do período menstrual (momento em que as concentrações de 17 β -estradiol estão relativamente baixas)^{2-4,7,12,13,15,20,31-34}. As diferenças entre os sexos podem ser maiores quando as mulheres são avaliadas na fase luteal do ciclo menstrual²³.

Carter et al.³¹ ressaltaram a importância do controle, não só do período do ciclo menstrual, como do fornecimento de dietas isoenergéticas, da duração e da intensidade do treinamento, quando estudos de comparação entre os sexos são realizados. O consumo de oxigênio em relação à massa magra deve ser igual para ambos os sexos.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi reunir informações da literatura sobre as diferenças entre os sexos em relação ao metabolismo energético em atletas de *endurance*.

Para a realização do estudo foram consultados, dos últimos 15 anos, artigos científicos e periódicos publicados em bases bibliográficas disponíveis a partir de *websites* como o <<http://www.bireme.br>>, que busca dados no LILACS e *Medline*, <<http://www.periodicos.capes.gov.br>>, que disponibiliza dados do *Medline*, *FSTA*, *CAB Abstract*, *AGRIS*, *Web of Science* e ainda o <<http://www.scielo.br>>. As palavras-chave pesquisadas foram: atletas de *endurance*, sexos e substratos energéticos.

Influência hormonal na utilização de substratos

Os hormônios são reguladores fisiológicos que aceleram ou diminuem a velocidade de reações e funções biológicas, e essas mudanças de velocidade são fundamentais no funcionamento do corpo humano. O exercício serve de estímulo para a secreção de determinados hormônios, e de fator inibitório para outros. Entre os hormônios que têm suas concentrações aumentadas durante o exercício estão o hormônio do crescimento (GH), o hormônio tireo-estimulante (TSH), a prolactina (PRL), a vasopressina (ADH), o hormônio tireóideo, o hormônio paratireóideo (PTH), as catecolaminas, a aldosterona, o cortisol, o glucagon, a testosterona e os estrogênios³⁵.

As catecolaminas e a insulina são os principais hormônios plasmáticos reguladores da lipólise em humanos. As catecolaminas regulam a lipólise pela estimulação de receptores α e

β -adrenérgicos podendo, portanto, diminuir ou aumentar a lipólise, dependendo de sua concentração e da afinidade de ligação do receptor. Durante o exercício, o aumento de catecolaminas circulantes estimula a lipólise pela ativação do receptor β -adrenérgico. Já a insulina é um potente inibidor da lipólise, e um pequeno aumento da sua concentração no plasma pode suprimir a taxa lipolítica a níveis muito baixos³⁶.

Além de regular a lipólise, as catecolaminas também estimulam a glicogenólise, tanto no fígado quanto no músculo em exercício, a liberação de glicose e ácidos graxos livres para a corrente sanguínea, e a vasodilatação nos músculos em exercício³⁵.

Durante o exercício de *endurance*, alguns autores encontraram maiores concentrações de catecolaminas nos homens^{1,4,13,25,28} enquanto que nas mulheres a insulina estava em maior quantidade^{1,13}. Porém, outros não encontraram diferenças entre os sexos nas concentrações desses hormônios^{3,12}.

Horton et al.⁴ estudaram 28 indivíduos treinados e não treinados, sendo 14 homens e 14 mulheres, com o objetivo de comparar o substrato oxidativo e a resposta metabólica durante 2h de exercício em bicicleta a 40% do consumo máximo de oxigênio (VO_{2MAX}) e 2h após exercício. Os indivíduos também foram avaliados em um dia controle, no qual nenhum exercício foi realizado. Os hormônios analisados (epinefrina, norepinefrina, insulina, cortisol, progesterona, estradiol e testosterona) tiveram suas concentrações significativamente modificadas com o tempo, aumentando durante o exercício e diminuindo após ele. Contudo, durante o exercício, apenas as concentrações das catecolaminas e dos hormônios gonadotróficos apresentaram diferenças significantes entre os sexos. As catecolaminas tiveram maior aumento nos homens, enquanto as concentrações de estradiol foram maiores nas mulheres. Em relação à concentração de testosterona, foi observado um maior aumento em homens do que em mulheres, mas a diferença, em ambos os grupos, não foi estatisticamente significativa quando

comparada aos valores encontrados no dia controle.

Carter et al.³¹ verificaram se a administração de altas doses de 17 β -estradiol em 8 voluntários do sexo masculino saudáveis e praticantes de atividade física, resultaria no mesmo perfil metabólico normalmente encontrado em mulheres durante exercícios de *endurance*. Foram formados 2 grupos de 4 indivíduos: um grupo recebeu placebo e o outro recebeu estradiol na quantidade de 2mg/dia, durante um período de 8 dias. Os resultados demonstraram que a administração de estradiol aumentou a concentração plasmática deste hormônio e diminuiu a concentração de testosterona de forma significativa. Contudo, não houve diferenças no consumo de oxigênio e no coeficiente respiratório entre os dois grupos. Portanto, a administração de estradiol não teve efeito, principalmente, em relação à lipólise e à oxidação de substratos durante exercícios de *endurance* nesses indivíduos.

O mesmo resultado foi encontrado por Tarnopolsky et al.²¹, que avaliaram o efeito da administração de estradiol por 11 dias sobre o metabolismo de substratos, durante 90min de exercício em bicicleta a 60% de VO_{2MAX} , em 11 homens jovens e saudáveis. A concentração plasmática de estradiol desses indivíduos, após a administração do hormônio, aumentou enquanto a de testosterona diminuiu. Contudo, o metabolismo de carboidratos e lipídeos não foi alterado.

Entretanto, outros autores encontraram resultados diferentes dos mencionados anteriormente. Hamadeh et al.²⁷ avaliaram o efeito da suplementação de estrogênio (2mg de 17 β -estradiol/dia durante 8 dias), em 12 homens ativos, na oxidação de substratos em repouso e durante exercício de *endurance* (90 minutos de bicicleta a 65% de VO_{2MAX}). Nos dois momentos, observaram redução de 5% a 16% na oxidação de carboidratos e de 16% na oxidação de leucina, enquanto a oxidação de lipídeos aumentou de 22% a 44%, após suplementação de estrogênio. Posteriormente, Devries et al.²⁶ investigaram o efeito da suplementação de 2mg/dia de estradiol na mobilização de glicose e no uso de glicogênio muscular

livre em 11 homens ativos durante 8 dias. A administração do hormônio resultou em maior utilização de lipídeos e menor de carboidratos como fonte energética durante o exercício. A concentração de glicogênio total dos indivíduos foi reduzida, porém, a utilização de glicogênio muscular não sofreu alteração.

Diferenças na utilização de carboidratos

Os carboidratos são utilizados como fonte de carbono para a síntese de componentes celulares, depósitos de energia e elementos estruturais de células e tecidos. Além disso, são as principais fontes de energia para a maioria das células do organismo, incluindo as células do músculo esquelético durante exercício, células nervosas e eritrócitos. No homem adulto, grande parte dos carboidratos é armazenada no fígado e nos músculos, sob a forma de glicogênio e, em menor parte, sob a forma de glicose sanguínea. A glicose pode ser rapidamente mobilizada a partir do glicogênio durante o exercício^{37,38}.

Tarnopolsky et al.² observaram as concentrações de glicogênio muscular de 15 atletas, 7 homens e 8 mulheres, após 4 dias de dieta com 75% do valor energético total (VET) de carboidratos. Os homens tiveram um aumento de 41% nas concentrações de glicogênio muscular em resposta à dieta e, também, obtiveram melhora no desempenho (45%) durante exercício em bicicleta a 85% de VO_{2MAX} . Já as mulheres não aumentaram as concentrações de glicogênio e mantiveram os tempos de *performance* durante o exercício. Os autores apontaram a diferença na quantidade absoluta de carboidratos ingeridos como um possível fator na diferença encontrada entre os sexos. Enquanto os homens ingeriram 614g do substrato, as mulheres ingeriram 370g, embora ambas as quantidades correspondessem a 75% do VET.

Posteriormente, Tarnopolsky et al.²⁰ estudaram atletas de *endurance* (7 mulheres e 6 homens) para avaliar a concentração de glicogênio muscular, quando dietas com sobrecarga glicídica (75% do VET sob a forma de carboidra-

tos), com sobrecarga glicídica e energética (75% de carboidratos e aumento de 34% de energia) e dieta similar à habitual eram oferecidas. Os atletas consumiram a dieta nos quatro dias anteriores ao exercício de bicicleta, praticado durante 60 minutos a 65% de VO_{2MAX} . As mulheres não aumentaram os estoques de glicogênio muscular em resposta à maior ingestão de carboidratos em relação à dieta habitual, mas aumentaram quando ingeriram a dieta com sobrecarga glicídica e energética, ratificando a hipótese do estudo acima. Já os homens obtiveram maiores concentrações de glicogênio muscular, tanto com a dieta de sobrecarga glicídica quanto com a de sobrecarga glicídica e energética.

Em outro estudo, Tarnopolsky et al.³ compararam a ressíntese de glicogênio muscular em atletas de ambos os sexos (8 mulheres na fase folicular do ciclo menstrual e 8 homens) após exercício de *endurance* (90min a 65% de VO_{2MAX}). Foram oferecidos dois tipos de suplementos isoenergéticos (um suplemento contendo apenas carboidratos e o outro contendo todos os macronutrientes energéticos) e um placebo, imediatamente e 1h após o término do exercício. Cada atleta foi submetido a 3 testes com intervalos de 3 semanas entre eles, e, em cada teste, eram oferecidos um dos suplementos ou o placebo. Os autores, comparando as duas biópsias do *vastus lateralis*, realizadas após o término do exercício e 4h depois de ingerido o primeiro suplemento ou placebo, observaram que, quando os dois tipos de suplementos foram oferecidos, ambos aumentaram a ressíntese de glicogênio de forma mais rápida do que com o uso do placebo. Contudo, não houve diferenças significantes entre os sexos.

Observou-se que, quando a dieta com sobrecarga glicídica era oferecida durante 4 dias antes do exercício, diferença na síntese de glicogênio entre os sexos ocorria, porém, quando era oferecida após o exercício, ambos responderam de forma semelhante na ressíntese de glicogênio^{2,3,20}. Contudo, vale lembrar, que neste último estudo³, a quantidade absoluta de carboidratos oferecida para os homens era maior do que a oferecida para as mulheres.

Em um estudo realizado somente com mulheres atletas, Walker et al.³⁹ avaliaram a capacidade em aumentar o conteúdo de glicogênio muscular e o rendimento no exercício de *endurance*, em resposta a uma dieta com sobrecarga glicídica (~78% do VET), comparada a uma dieta com quantidade moderada de carboidratos (~48% do VET). Foram avaliadas 6 atletas durante a fase luteal do ciclo menstrual, e cada dieta foi administrada durante 7 dias antecedentes ao dia da avaliação, em bicicleta (80% de VO_{2MAX}) até exaustão. As atletas apresentaram aumento significativo do conteúdo de glicogênio muscular antes do exercício, quando a dieta de sobrecarga glicídica foi oferecida, resultando em aumento da oxidação de carboidratos durante o exercício, assim como do tempo de exaustão.

Em outro estudo, que também avaliou somente mulheres atletas, Andrews et al.⁴⁰ verificaram o efeito da ingestão de carboidratos em exercícios de *endurance* (corrida de 24 km). Oito mulheres durante a fase folicular do ciclo menstrual foram avaliadas em três momentos: utilizando placebo, suplemento de carboidratos (solução de eletrólitos com 6% do substrato) e dieta de sobrecarga glicídica (75% do VET) com suplemento de carboidratos. No período de utilização do placebo ou do suplemento de carboidratos, a dieta consistia de 50% de carboidratos em relação ao VET. Observou-se que quando a disponibilidade do substrato foi aumentada, tanto pela dieta de sobrecarga glicídica como pela suplementação de carboidratos, as atletas aumentaram a utilização desse macronutriente durante o exercício, embora não tenha sido verificada melhora significativa na *performance*.

Riddell et al.³³ observaram a oxidação de carboidratos exógenos em 7 homens e 7 mulheres durante 90min de exercício em bicicleta a 60% de VO_{2MAX} . Cada atleta foi submetido a 2 testes com intervalo de uma semana entre eles, sendo que, em cada teste, era oferecido um suplemento contendo carboidratos (solução com 1g/kg⁻¹ de [¹³C]glucose) ou um placebo. Nos primeiros 30 min de exercício com ingestão de placebo, as mulheres oxidaram mais lipídeos em relação aos homens. Porém, nos 60min finais, a proporção

de carboidratos, proteínas e lipídeos metabolizados foi similar em ambos os sexos. Durante os últimos 60min de exercício com ingestão de carboidratos, observou-se maior utilização do substrato como fonte energética nas mulheres. Considerando esses resultados, a ingestão de carboidratos durante o exercício de *endurance* representa uma importante fonte de energia, principalmente, para as atletas.

Posteriormente, M'Kaouar et al.¹⁵ compararam a resposta metabólica de 6 atletas homens e 6 atletas mulheres (na fase folicular do ciclo menstrual) ao exercício de bicicleta, durante 120min a 65% de $\text{VO}_{2\text{MÁX}}$. Os atletas ingeriram [^{13}C]glicose (3g/kg^{-1}) diluída em água, 20min antes e durante o exercício. Considerando o gasto energético relativo, a utilização da glicose exógena como fonte energética foi similar nos homens e nas mulheres, durante o exercício de *endurance*. A oxidação de carboidratos, lipídeos e proteínas também não foi diferente entre os sexos.

Resultado similar foi encontrado por Wallis et al.⁴¹, que observaram a resposta metabólica, em 8 mulheres e 8 homens treinados, à ingestão de carboidratos ($1,5\text{g}$ de glicose/min) durante 120min a 67% de $\text{VO}_{2\text{MÁX}}$. Não foi encontrada diferença significativa entre os sexos na utilização dos carboidratos ingeridos. A ingestão de carboidratos também reduziu a oxidação de lipídeos em ambos os sexos.

Em outro estudo, no qual foram avaliados 5 homens e 6 mulheres (na fase luteal do ciclo menstrual), durante 25 minutos a 70% e 90% de VO_2 , Ruby et al.¹⁶ também não encontraram diferença significativa entre os sexos na oxidação total de carboidratos e lipídeos. Porém, as mulheres utilizaram relativamente mais glicose sanguínea e menos glicogênio muscular do que os homens.

Diferenças na utilização de lipídeos

O tecido adiposo é a maior reserva energética do corpo humano e tem como importante função metabólica a hidrólise de triacilglicerol e a subsequente liberação de ácidos graxos não-esterificados e glicerol. A maior quantidade de

triacilglicerol encontra-se no tecido adiposo, porém ele também está presente no músculo esquelético e no plasma sanguíneo. Os ácidos graxos não-esterificados, provenientes do tecido adiposo e do músculo esquelético, são fontes significativas de energia durante o exercício de *endurance*, e, para aumentar sua disponibilidade para o músculo, é necessária a integração de eventos neurais, hormonais, circulatórios e musculares³⁶.

Em um estudo realizado por Roepstorff et al.¹² não foram observadas diferenças entre os sexos na proporção dos substratos metabolizados durante exercício de bicicleta, durante 90min a 58% do $\text{VO}_{2\text{MÁX}}$. Eles avaliaram 7 atletas mulheres, durante a fase folicular do ciclo menstrual, e 7 atletas homens por meio de isótopos estáveis e biópsia muscular. Todos tiveram suas dietas controladas em relação à composição de nutrientes e ao conteúdo energético durante os 8 dias anteriores ao do experimento. Os autores observaram que, embora o coeficiente respiratório não tenha variado entre os sexos, a diferença entre eles estava na utilização de diversas fontes de lipídeos (triglicerídeos das VLDL, triglicerídeos das células musculares e triglicerídeos presentes entre as células musculares). Nas mulheres houve oxidação, significativamente, maior de ácidos graxos provenientes dos triacilgliceróis das células musculares, em relação aos homens e, de forma similar, ácidos graxos plasmáticos. Nos homens, além dos ácidos graxos das células musculares e plasmáticos, também houve oxidação de triacilgliceróis presentes entre as fibras musculares e os triacilgliceróis das VLDL.

Outra pesquisa cujo objetivo foi avaliar o metabolismo de lipídeos em homens e mulheres durante o exercício, foi realizada por Steffensen et al.¹³. Esses autores avaliaram o uso de triacilglicerol muscular, durante exercício em bicicleta por 90min a 60% do $\text{VO}_{2\text{MÁX}}$, em 21 mulheres na fase folicular do ciclo menstrual e 21 homens, em diferentes níveis de treinamento (não-treinados, moderadamente treinados e com treinamento de *endurance*). Todos tiveram suas dietas controladas durante o período de 8 dias anteriores ao dia de estudo. Durante o exercício, não houve diferença

no coeficiente respiratório entre os sexos. Contudo, antes do exercício, as mulheres apresentaram maiores concentrações de triacilglicerol no *vastus lateralis* e, durante o exercício, elas utilizaram mais triacilglicerol muscular quando comparadas aos homens, sendo observado um decréscimo de 25% no estoque de triacilglicerol muscular nas mulheres. Nos homens não houve diferença nas concentrações de triacilglicerol, nos dois momentos analisados, independentemente do nível de treinamento. Os autores sugeriram que, apesar de as mulheres apresentarem menor concentração de epinefrina plasmática, quando comparada à observada nos homens, ocorre diferença entre os sexos e, neste caso, as mulheres apresentariam maior sensibilidade e/ou concentração da lipase hormônio sensível em relação à epinefrina.

Posteriormente, Kiens et al.³² avaliaram de que forma a atividade física e sexo influenciam o metabolismo lipídico em relação à lipoproteína lipase muscular (mLPL) e às proteínas ligantes de lipídeos, em indivíduos realizando exercício em bicicleta a 60% de VO_{2MAX} , durante 90 minutos. Participaram 24 mulheres, na fase folicular do ciclo menstrual, e 22 homens de diferentes capacidades aeróbicas (não-treinados, moderadamente treinados e atletas de *endurance*). Foi observada maior concentração da proteína FAT/CD36 nas mulheres em relação aos homens, independentemente do nível de atividade física. Essa proteína participa de muitas funções celulares, inclusive, no transporte, utilização e estocagem de lipídeos. Essa diferença entre os sexos pode estar relacionada ao tipo de fibra que compõe o músculo esquelético, já que as mulheres possuem maior quantidade de fibra do tipo I, a qual apresenta maior concentração de FAT/CD36. Também foi observada maior concentração de proteínas ligantes de ácidos graxos da membrana plasmática (FABP_{pm}) no músculo esquelético dos homens atletas, em comparação com as mulheres atletas sugerindo que, durante o exercício, a utilização de ácidos graxos oriundos do plasma é maior em homens treinados do que em mulheres treinadas.

Roepstorff et al.³⁴ avaliaram 8 homens e 9 mulheres, treinados durante 90 minutos de exercício em bicicleta a 60% de VO_{2MAX} . Esse estudo

mostrou maior proporção de fibra muscular do tipo I, fibras musculares menores e maior densidade capilar nas mulheres, comparadas aos homens. Os autores associaram a maior oxidação de lipídeos nas mulheres com a morfologia muscular específica do sexo.

Diferenças na utilização de proteínas

Embora os carboidratos e os lipídeos sejam as principais fontes energéticas para contração muscular, durante o exercício de *endurance*, a oxidação de proteína pode fornecer mais de 8% do gasto total de energia^{6,11,42}. Pelos métodos de excreção de uréia¹ e oxidação de aminoácidos^{6,11}, estudos têm demonstrado que as mulheres oxidam menos proteína durante o exercício, quando comparadas aos homens.

McKenzie et al.⁶ estudaram o efeito do treinamento de *endurance* por 38 dias na utilização de leucina e no metabolismo dos macronutrientes. Foram avaliados 6 homens e 6 mulheres, jovens e saudáveis, durante 90 min de exercício em bicicleta a 60% de VO_{2MAX} . Eles observaram menor oxidação de leucina nas mulheres em relação aos homens. Contudo, a utilização de aminoácidos durante o exercício foi atenuada em ambos os sexos, após os 38 dias de treinamento.

Em outro estudo, Lamont et al.⁷ compararam o metabolismo de aminoácidos durante o exercício, em ambos os sexos, após administração de um β -bloqueador. Foram avaliados 4 homens e 4 mulheres, na fase folicular do ciclo menstrual, durante 60 min em bicicleta a 50% de VO_{2MAX} , após 7 dias de monitoramento dietético. Foi observado que, com o uso do β -bloqueador, os homens aumentaram suas necessidades de carboidratos e aminoácidos como fonte de energia, enquanto as mulheres aumentaram a mobilização de lipídeos. Em relação ao metabolismo de aminoácidos, observou-se aumento na oxidação de leucina e na produção de lisina nos homens, e nas mulheres, não foi alterada a oxidação de leucina e houve diminuição na produção de lisina. Portanto, os autores concluíram que a preferência por substratos energéticos específicos, durante o exercício, é regulada pela atividade do receptor β -adrenérgico.

CONCLUSÃO

Observa-se que homens e mulheres apresentam diferenças em relação à utilização de substratos no exercício de *endurance*. A quantidade dos nutrientes ingeridos na dieta e a suplementação com carboidratos podem influenciar a utilização desses substratos e, possivelmente, alterar o rendimento desses atletas durante o exercício. A maioria dos estudos demonstra que as atletas oxidam, proporcionalmente, maior quantidade de lipídeos e menor de carboidratos e proteínas, quando comparadas aos atletas masculinos.

As atuais recomendações nutricionais de macronutrientes para atletas são únicas para ambos os sexos e, possivelmente, deveriam ser diferenciadas. Assim, futuros estudos são necessários para melhor conhecimento dos mecanismos responsáveis pelas diferenças entre os sexos, no que diz respeito ao metabolismo energético em atletas de *endurance*.

REFERÊNCIAS

1. Tarnopolsky LJ, MacDougall JD, Atkinson AS, Tarnopolsky MA, Sutton JR. Gender differences in substrate for endurance exercise. *J Appl Physiol*. 1990; 68(1):302-8.
2. Tarnopolsky MA, Atkinson AS, Phillips SM, MacDougall JD. Carbohydrate loading and metabolism during exercise in men and women. *J Appl Physiol*. 1995; 78(4):1360-8.
3. Tarnopolsky MA, Bosman M, MacDonald JR, Vandeputte D, Martin J, Roy BD. Postexercise protein-carbohydrate and carbohydrate supplements increase muscle glycogen in men and women. *J Appl Physiol*. 1997; 83(6):1877-83.
4. Horton TJ, Pagliassotti MJ, Hobbs K, Hill JO. Fuel metabolism in men and women during and after long-duration exercise. *J Appl Physiol*. 1998; 85(5):1823-32.
5. Carter SL, Rennie C, Tarnopolsky MA. Substrate utilization during endurance exercise in men and women after endurance training. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2001; 280(6):E898-907.
6. McKenzie S, Phillips SM, Carter SL, Lowther S, Gibala MJ, Tarnopolsky MA. Endurance exercise training attenuates leucine oxidation and BCOAD activation during exercise in humans. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2000; 278(4):E580-7.
7. Lamont LS, McCullough AJ, Kalhan SC. Gender differences in the regulation of amino acid metabolism. *J Appl Physiol*. 2003; 95(3):1259-65.
8. Knechtle B, Müller G, Willmann F, Kotteck K, Eser P, Knecht H. Fat oxidation in men and women endurance athletes in running and cycling. *Int J Sports Med*. 2004; 25(1):38-44.
9. Tarnopolsky MA. Gender differences in substrate metabolism during endurance exercise. *Can J Appl Physiol*. 2000; 25(4):312-7.
10. Venables MC, Achten J, Jeukendrup AE. Determinants of fat oxidation during exercise in healthy men and women: a cross-sectional study. *J Appl Physiol*. 2005; 98(1):160-7.
11. Phillips SM, Atkinson SA, Tarnopolsky MA, MacDougall JD. Gender differences in leucine kinetics and nitrogen balance in endurance athletes. *J Appl Physiol*. 1993; 75(5):2134-41.
12. Roepstorff C, Steffensen CH, Madsen M, Stallknecht B, Kanstrup I-L, Richter EA, et al. Gender differences in substrate utilization during submaximal exercise in endurance-trained subjects. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2002; 282(2):E435-47.
13. Steffensen CH, Roepstorff C, Madsen M, Kiens B. Myocellular triacylglycerol breakdown in females but not in males during exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2002; 282(3):E634-42.
14. Goedecke JH, Gibson ASC, Grobler L, Collins M, Noakes TD, Lambert EV. Determinants of the variability in respiratory exchange ratio at rest and during exercise in trained athletes. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2000; 279(6):E1325-34.
15. M'Kaouar H, Péronnet F, Massicotte D, Lavoie C. Gender difference in the metabolic response to prolonged exercise with [13C]glucose ingestion. *Eur J Appl Physiol*. 2004; 92(4-5):462-9.
16. Ruby BC, Coggan AR, Zderic TW. Gender differences in glucose kinetics and substrate oxidation during exercise near the lactate threshold. *J Appl Physiol*. 2002; 92(3):1125-32.
17. Perreault L, Lavelly JM, Kittelson JM, Horton TJ. Gender differences in lipoprotein lipase activity after acute exercise. *Obes Res*. 2004; 12(2):241-9.
18. Perreault L, Lavelly JM, Bergman BC, Horton TJ. Gender differences in insulin action after a single bout of exercise. *J Appl Physiol*. 2004; 97(3):1013-21.
19. Romijn JA, Coyle EF, Sidossis LS, Rosenblatt J, Wolfe RR. Substrate metabolism during different exercise intensities in endurance-trained women. *J Appl Physiol*. 2000; 88(5):1707-14.
20. Tarnopolsky MA, Zawada C, Richmand LB, Carter S, Shearer J, Graham T, et al. Gender differences in

- carbohydrate loading are related to energy intake. *J Appl Physiol.* 2001; 91(1):225-30.
21. Tarnopolsky MA, Roy BD, MacDonald JP, McKenzie S, Martin J, Ettinger S. Short-term 17- β -estradiol administration does not affect metabolism in young males. *Int J Sports Med.* 2001; 22(3): 175-80.
 22. Roepstorff C, Donsmark M, Thiele M, Vistisen B, Stewart G, Vissing K, et al. Sex differences in hormone-sensitive lipase expression, activity, and phosphorylation in skeletal muscle at rest and during exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2006; 291(5):E1106-14.
 23. Marliss EB, Kreisman SH, Manzon A, Halter JB, Vranic M, Nessim SJ. Gender differences in glucoregulatory responses to intense exercise. *J Appl Physiol.* 2000; 88(2):457-66.
 24. Mittendorfer B, Horowitz JF, Klein S. Effect of gender on lipid kinetics during endurance exercise of moderate intensity in untrained subjects. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2002; 283(1):E58-65.
 25. Tarnopolsky MA, Ruby BC. Sex differences in carbohydrate metabolism. *Curr Opin Clin Nutr Metabol Care.* 2001; 4(6):521-6.
 26. Devries MC, Hamadeh MJ, Gahan TE, Tarnopolsky MA. 17 β -estradiol supplementation decreases glucose rate of appearance and disappearance with no effect on glycogen utilization during moderate intensity exercise in men. *J Clin Endocrinol Metab.* 2005; 90(11):6218-25.
 27. Hamadeh MJ, Devries MC, Tarnopolsky MA. Estrogen supplementation reduces whole body leucine and carbohydrate oxidation and increases lipid oxidation in men during endurance exercise. *J Clin Endocrinol Metab.* 2005; 90(6):3592-9.
 28. Horton TJ, Grunwald GK, Lavery J, Donahoo WT. Glucose Kinetics differ between women and men, during and after exercise. *J Appl Physiol.* 2006; 100(6):1883-94.
 29. Devries MC, Hamadeh MJ, Phillips SM, Tarnopolsky MA. Menstrual cycle phase and sex influence muscle glycogen utilization and glucose turnover during moderate-intensity endurance exercise. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2006; 291(4): R1120-8.
 30. Horton TJ, Miller EK, Bourret K. No effect of menstrual cycle phase on glycerol or palmitate kinetics during 90 min of moderate exercise. *J Appl Physiol.* 2006; 100(3):917-25.
 31. Carter S, McKenzie S, Mourtzakis M, Mahoney DJ, Tarnopolsky MA. Short-term 17 β -estradiol decreases glucose Ra but not whole body metabolism during endurance exercise. *J Appl Physiol.* 2001; 90(1):139-46.
 32. Kiens B, Roepstorff C, Glatz JFC, Bonen A, Schjerling P, Knudsen J, et al. Lipid-binding proteins and lipoprotein lipase activity in human skeletal muscle: influence of physical activity and gender. *J Appl Physiol.* 2004; 97(4):1209-18.
 33. Riddell MC, Partington SL, Stupka N, Armstrong D, Rennie C, Tarnopolsky MA. Substrate utilization during exercise performed with and without glucose ingestion in female and male endurance trained athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2003; 13(4):407-21.
 34. Roepstorff C, Thiele M, Hillig T, Pilegaard H, Richter EA, Wojtaszewski JF, et al. Higher skeletal muscle α_2 AMPK activation and lower energy charge and fat oxidation in men than in women during submaximal exercise. *J Physiol.* 2006; 574(1): 125-38.
 35. Canali ES, Kruel LFM. Respostas hormonais ao exercício. *Rev Paul Educ Fis.* 2001; 15(2):141-53.
 36. Horowitz JF, Klein S. Lipid metabolism during endurance exercise. *Am J Clin Nutr.* 2000; 72(2):558S-63S.
 37. Ribeiro BG, Pierucci APTR, Soares EA, Carmo MGT. A influência dos carboidratos no desempenho físico. *Rev Bras Med Esporte.* 1998; 4(6):197-202.
 38. Ferreira AMD, Ribeiro BG, Soares EA. Consumo de carboidratos e lipídeos no desempenho em exercícios de ultra-resistência. *Rev Bras Med Esporte.* 2001; 7(2):67-74.
 39. Walker JL, Heigenhauser GJF, Hultman E, Spriet LL. Dietary carbohydrate, muscle glycogen content, and endurance performance in well-trained women. *J Appl Physiol.* 2000; 88(6):2151-8.
 40. Andrews JL, Sedlock DA, Flynn MG, Navalta JW, Ji H. Carbohydrate loading and supplementation in endurance-trained women runners. *J Appl Physiol.* 2003; 95(2):584-90.
 41. Wallis GA, Dawson R, Achten J, Webber J, Jeukendrup AE. Metabolic responses to carbohydrate ingestion during exercise in males and females. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2005; 290(4):E708-15.
 42. Tarnopolsky MA. Females and males: should nutritional recommendations be gender specific? *Sportmedizin und Sporttraumatologie.* 2003; 51(1):39-46.

Recebido em: 14/6/2005

Versão final reapresentada em: 7/12/2006

Aprovado em: 26/2/2007

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

A Revista de Nutrição/*Brazilian Journal of Nutrition* é um periódico especializado que publica artigos que contribuem para o estudo da Nutrição em suas diversas subáreas e interfaces; está aberta a contribuições da comunidade científica nacional e internacional, com periodicidade bimestral.

A Revista publica trabalhos inéditos nas seguintes categorias:

Original: contribuições destinadas à divulgação de resultados de pesquisas inéditas tendo em vista a relevância do tema, o alcance e o conhecimento gerado para a área da pesquisa.

Especial: artigos a convite sobre temas atuais.

Revisão (a convite): síntese crítica de conhecimentos disponíveis sobre determinado tema, mediante análise e interpretação de bibliografia pertinente, de modo a conter uma análise crítica e comparativa dos trabalhos na área, que discuta os limites e alcances metodológicos, permitindo indicar perspectivas de continuidade de estudos naquela linha de pesquisa. Serão publicados até dois trabalhos por fascículo.

Comunicação: relato de informações sobre temas relevantes, apoiado em pesquisas recentes, cujo mote seja subsidiar o trabalho de profissionais que atuam na área, servindo de apresentação ou atualização sobre o tema.

Nota Científica: dados inéditos parciais de uma pesquisa em andamento.

Ensaio: trabalhos que possam trazer reflexão e discussão de assunto que gere questionamentos e hipóteses para futuras pesquisas.

Pesquisas envolvendo seres vivos

Resultados de pesquisas relacionadas a seres vivos devem ser acompanhados de cópia do parecer do Comitê de Ética da Instituição de origem, ou outro credenciado junto ao Conselho Nacional de Saúde. Além disso, deverá constar, no último parágrafo do item Métodos, uma clara afirmação do cumprimento dos princípios éticos contidos na Declaração de Helsinki (2000), além do atendimento a legislações específicas do país no qual a pesquisa foi realizada.

Procedimentos editoriais

1) Avaliação de manuscritos

Os manuscritos submetidos à Revista, que atenderem à política editorial e às "instruções aos autores", serão encaminhados ao Comitê Editorial, que considerará o mérito científico da contribuição. Aprovados nesta fase, os manuscritos serão encaminhados aos revisores *ad hoc* previamente selecionados pelo Comitê. Cada manuscrito será enviado para três relatores de reconhecida competência na temática abordada.

O processo de avaliação por pares é o sistema de *blind review*, em procedimento sigiloso quanto à identidade tanto dos autores quanto dos revisores. Por isso os autores deverão empregar todos os meios possíveis para evitar a identificação de autoria do manuscrito.

No caso da identificação de conflito de interesse da parte dos revisores, o Comitê Editorial encaminhará o manuscrito a outro revisor *ad hoc*.

Os pareceres dos consultores comportam três possibilidades: a) aceitação integral; b) aceitação com reformulações; c) recusa integral. Em quaisquer desses casos, o autor será comunicado.

A decisão final sobre a publicação ou não do manuscrito é sempre dos editores, aos quais é reservado o direito de efetuar os ajustes que julgarem necessários. Na detecção de problemas de redação, o manuscrito será devolvido aos autores para as alterações devidas; o trabalho reformulado deve retornar no prazo máximo determinado.

Após aprovação final, encaminhar em disquete 3,5', empregando editor de texto MS Word versão 6.0 ou superior.

Manuscritos aceitos: manuscritos aceitos poderão retornar aos autores para aprovação de eventuais alterações, no processo de editoração e normalização, de acordo com o estilo da Revista.

2) Submissão de trabalhos.

São aceitos trabalhos acompanhados de carta assinada por todos os autores, com descrição do tipo de trabalho, declaração de que o trabalho está sendo submetido apenas à Revista de Nutrição e de concordância com a cessão de direitos autorais. Caso haja utilização de figuras ou tabelas publicadas em outras fontes, deve-se anexar documento que ateste a permissão para seu uso. A carta deve indicar o nome, endereço, números de telefone e fax do autor para o qual a correspondência deve ser enviada.

Autoria: o número de autores deve ser coerente com as dimensões do projeto. O crédito de autoria deverá ser baseado em contribuições substanciais, tais como concepção e desenho, ou análise e interpretação dos dados. Não se justifica a inclusão de nome de autores cuja contribuição não se enquadre nos critérios acima, podendo, nesse caso, figurar na seção Agradecimentos.

Os manuscritos devem conter, ao final, explicitamente, a contribuição de cada um dos autores.

3) Apresentação do manuscrito

Enviar os manuscritos para o Núcleo de Editoração da Revista em quatro cópias, preparados em espaço duplo, com

fonte Times New Roman tamanho 12 e limite máximo de 25 páginas para **Artigo Original** ou de **Revisão**, 10-15 páginas para **Comunicação** e **Ensaio** e 5 páginas para **Nota Científica**. Todas as páginas devem ser numeradas a partir da página de identificação. Para esclarecimentos de eventuais dúvidas quanto à forma, sugere-se consulta a este fascículo. Aceitam-se trabalhos escritos em português, espanhol ou inglês, com título, resumo e termos de indexação no idioma original e em inglês. Os artigos devem ter, aproximadamente, 30 referências, exceto no caso de artigos de revisão, que podem apresentar em torno de 50.

Página de título: deve conter: a) título completo; b) *short title* com até 40 caracteres (incluindo espaços), em português (ou espanhol) e inglês; c) nome de todos os autores por extenso, indicando a filiação institucional de cada um; d) endereço completo para correspondência com os autores, incluindo o nome para contato, telefone, fax e e-mail. **Observação:** esta deverá ser a única parte do texto com a identificação dos autores.

Resumo: todos os artigos submetidos em português ou espanhol deverão ter resumo no idioma original e em inglês, com um mínimo de 150 palavras e máximo de 250 palavras. Os artigos submetidos em inglês deverão vir acompanhados de resumo em português, além do *abstract* em inglês. Para os artigos originais, os resumos devem ser estruturados destacando objetivos, métodos básicos adotados, informação sobre o local, população e amostragem da pesquisa, resultados e conclusões mais relevantes, considerando os objetivos do trabalho, e indicar formas de continuidade do estudo. Para as demais categorias, o formato dos resumos deve ser o narrativo, mas com as mesmas informações. Não deve conter citações e abreviaturas. Destacar no mínimo três e no máximo seis termos de indexação, utilizando os descritores em Ciência da Saúde - DeCS - da Bireme.

Texto: com exceção dos manuscritos apresentados como Revisão, Nota Científica e Ensaio, os trabalhos deverão seguir a estrutura formal para trabalhos científicos:

Introdução: deve conter revisão da literatura atualizada e pertinente ao tema, adequada à apresentação do problema, e que destaque sua relevância. Não deve ser extensa, a não ser em manuscritos submetidos como Artigo de Revisão. **Métodos:** deve conter descrição clara e sucinta, acompanhada da correspondente citação bibliográfica, incluindo: procedimentos adotados; universo e amostra; instrumentos de medida e, se aplicável, método de validação; tratamento estatístico.

Resultados: sempre que possível, os resultados devem ser apresentados em tabelas ou figuras, elaboradas de forma a serem auto-explicativas e com análise estatística. Evitar repetir dados no texto. Tabelas, quadros e figuras devem ser limitados a cinco no conjunto e numerados consecutiva e independentemente com algarismos arábicos, de acordo com a ordem de menção dos dados, e devem vir em folhas individuais e separadas, com indicação de sua localização no texto. A cada um se deve atribuir um título breve. Os quadros terão as bordas laterais abertas. O autor responsabiliza-se pela qualidade das figuras (desenhos, ilustrações e gráficos), que devem permitir redução sem perda de definição, para os tamanhos de uma ou duas colunas (7 e 15cm, respectivamente). Sugere-se nanquim ou impressão de alta qualidade. **Discussão:** deve explorar, adequada e objetivamente, os resultados, discutidos à luz de outras

observações já registradas na literatura. **Conclusão:** apresentar as conclusões relevantes, considerando os objetivos do trabalho, e indicar formas de continuidade do estudo. Se incluídas na seção *Discussão*, não devem ser repetidas.

Agradecimentos: podem ser registrados agradecimentos, em parágrafo não superior a três linhas, dirigidos a instituições ou indivíduos que prestaram efetiva colaboração para o trabalho.

Anexos: deverão ser incluídos apenas quando imprescindíveis à compreensão do texto. Caberá aos editores julgar a necessidade de sua publicação.

Abreviaturas e siglas: deverão ser utilizadas de forma padronizada, restringindo-se apenas àquelas usadas convencionalmente ou sancionadas pelo uso, acompanhadas do significado, por extenso, quando da primeira citação no texto. Não devem ser usadas no título e no resumo.

Referências de acordo com o estilo Vancouver

Referências: devem ser numeradas consecutivamente, seguindo a ordem em que foram mencionadas a primeira vez no texto, baseadas no estilo *Vancouver*. Os artigos devem ter em torno de 30 referências, exceto no caso de artigos de revisão, que podem apresentar em torno de 50. A ordem de citação no texto obedecerá esta numeração. Nas referências com dois até o limite de seis autores, citam-se todos os autores; acima de seis autores, citam-se os seis primeiros autores, seguido de *et al.* As abreviaturas dos títulos dos periódicos citados deverão estar de acordo com o *Index Medicus*.

Citações bibliográficas no texto: deverão ser colocadas em ordem numérica, em algarismos arábicos, meia linha acima e após a citação, e devem constar da lista de referências. Se forem dois autores, citam-se ambos ligados pelo "&"; se forem mais de dois, cita-se o primeiro autor, seguido da expressão *et al.*

A exatidão e a adequação das referências a trabalhos que tenham sido consultados e mencionados no texto do artigo são de responsabilidade do autor.

Exemplos

Livros

Peña M, Bacallao J, editores. La obesidad en la pobreza: un nuevo reto para salud pública. Washington (DC): Organización Mundial de la Salud; 2000.

Capítulos de livros

Monteiro CA. La transición epidemiológica en el Brasil. In: Peña M, Bacallao J, editores. La obesidad en la pobreza: un nuevo reto para salud pública. Washington (DC): Organización Mundial de la Salud; 2000.

Artigos de periódicos

Dutra de Oliveira JE, Marchini JS. Nutritional sciences in Brazil: the pioneer work of institutions and scientists. *Nutrition*. 2004; 20(2):174-6.

Dissertações e teses

Moutinho AE. *Representações sociais na manutenção do peso corporal*. O que e quem o discurso revela [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2003.

Trabalhos apresentados em congressos, simpósios, encontros, seminários e outros

Moreira EAM, Fagundes RLM, Faccin GL, Couto MM, Torres MA, Wilhelm Filho D. The effect of alcohol ingestion during lactation on oxidative stress. In: Annals of the 17th International Congress of Nutrition & Metabolism; 2001 Aug; Austria, Vienna; 2001. Abstract 6.06.135.

Material Eletrônico

Periódicos eletrônicos, artigos

Boog MCF. Construção de uma proposta de ensino de nutrição para curso de enfermagem. Rev Nutr [periódico eletrônico] 2002 [citado em 2002 Jun 10];15(1). Disponível em: <http://www.scielo.br/rn>

Texto em formato eletrônico

World Health Organization. Micronutrient deficiencies: battling iron deficiency anaemia [cited 2002 Nov 11]. Available from: <http://www.who.int/nut/ida.htm>

Programa de computador

Dean AG, et al. *Epi Info* [computer program]. Version 6: a word processing, database, and statistics program for epidemiology on micro-computers. Atlanta, Georgia: Centers of Disease Control and Prevention; 1994.

Para outros exemplos recomendamos consultar as normas do *Committee of Medical Journals Editors* (Grupo Vancouver) (<http://www.icmje.org>).

LISTA DE CHECAGEM

- ☐ Declaração de responsabilidade e transferência de Direitos Autorais assinada por cada autor
- ☐ Enviar ao editor quatro vias do manuscrito
- ☐ Incluir título do manuscrito, em português e inglês
- ☐ Verificar se o texto, incluindo resumos, tabelas e referências está reproduzido com letras *Times New Roman*, corpo 12 e espaço duplo, e margens de 3 cm
- ☐ Incluir título abreviado (*short title*), com 40 caracteres, para fins de legenda em todas as páginas impressas
- ☐ Incluir resumos estruturados para trabalhos e narrativos, para manuscritos que não são de pesquisa, com até 150 palavras nos dois idiomas português e inglês, ou em espanhol, nos casos em que se aplique, com termos de indexação

☐ Legenda das figuras e tabelas

☐ Página de rosto com as informações solicitadas

☐ Incluir nome de agências financiadoras e o número do processo

☐ Indicar se o artigo é baseado em tese/dissertação, colocando o título, o nome da instituição, ano de defesa e número de páginas

☐ Verificar se as referências estão normalizadas segundo estilo *Vancouver*, ordenadas na ordem em que foram mencionadas a primeira vez no texto e se todas estão citadas no texto

☐ Incluir permissão de editores para reprodução de figuras ou tabelas publicadas

☐ Parecer do Comitê de Ética da Instituição.

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE E TRANSFERÊNCIA DE DIREITOS AUTORAIS

Cada autor deve ler e assinar os documentos (1) Declaração de Responsabilidade e (2) Transferência de Direitos Autorais.

Primeiro autor:

Autor responsável pelas negociações: _____ Título do manuscrito:

1. Declaração de responsabilidade: todas as pessoas relacionadas como autores devem assinar declarações de responsabilidade nos termos abaixo:

- certifico que participei da concepção do trabalho para tornar pública minha responsabilidade pelo seu conteúdo, que não omiti quaisquer ligações ou acordos de financiamento entre os autores e companhias que possam ter interesse na publicação deste artigo;
- certifico que o manuscrito é original e que o trabalho, em parte ou na íntegra, ou qualquer outro trabalho com conteúdo substancialmente similar, de minha autoria, não foi enviado a outra Revista e não o será, enquanto sua publicação estiver sendo considerada pela Revista de Nutrição, quer seja no formato impresso ou no eletrônico, exceto o descrito em anexo.

Assinatura do(s) autores(s) _____ Data ____/____/____

2. Transferência de Direitos Autorais: "Declaro que, em caso de aceitação do artigo, a Revista de Nutrição passa a ter os direitos autorais a ele referentes, que se tornarão propriedade exclusiva da Revista, vedado a qualquer reprodução, total ou parcial, em qualquer outra parte ou meio de divulgação, impressa ou eletrônica, sem que a prévia e necessária autorização seja solicitada e, se obtida, farei constar o competente agradecimento à Revista".

Assinatura do(s) autores(s) _____ Data ____/____/____

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

The Brazilian Journal of Nutrition is a bimonthly periodical specialized in publishing articles that contribute to the study of Nutrition in its various sub-areas and interfaces, being open to contributions from both the national and international scientific communities.

The Journal publishes previously unpublished works in the following categories:

Original: contributions destined to divulge unpublished research results, considering the relevance of the theme, its scope and the knowledge generated for the research area.

Special: articles on current themes requested by invitation.

Review (by invitation): critical synthesis of available knowledge on a determined theme by way of an analysis and interpretation of the pertinent literature, so as to contain a critical and comparative analysis of works done in the area that discuss the methodological limits and scopes, allowing for the indication of perspectives for the continuity of studies in that research context. Up to two papers of this type can be published per issue.

Communication: report on information about relevant themes supported by recent research, with the motto of providing subsidy for the work of professionals acting in that area, serving as a presentation or updating on the theme.

Scientific Note: partial, unpublished data on research in process.

Essay: work that may lead to reflection and discussion on subjects generating questioning and hypotheses for future research.

Research involving living beings

Research results related to living beings should be accompanied by a copy of the approval by the Ethics Committee of the authors' Institution or other institution accredited by the National Health Council. In addition, a clear affirmation of having followed the ethical principles contained in the Helsinki Declaration (2000) and the specific legislation of the country where the research was carried out should appear in the last paragraph of the item Methods.

Editorial procedure

1) Manuscript evaluation

Manuscripts submitted to the Journal that attend the editorial policy and the "instructions to the authors" will be directed to the Editorial Committee, which will consider the scientific merit of the contribution. Manuscripts approved in this phase will be sent to *ad hoc* reviewers, previously selected by the Committee. Each manuscript will be sent to three reviewers recognized for their competence in the theme approached.

The process of peer evaluation is the blind review system, in a procedure of secrecy with respect to the identity of both the authors and the reviewers. Thus the authors should do their utmost to avoid identification of authorship in the manuscript.

In the case of the identification of a conflict of interests on the part of the reviewers, the Editorial Committee will send the manuscript to another *ad hoc* reviewer.

The reports from the reviewers consider three possibilities: a) total acceptance; b) acceptance subject to reformulation; c) total rejection. The author will be communicated whatever the case.

The final decision to publish the manuscript or otherwise is the prerogative of the editors, who reserve the right to proceed with adjustments as necessary. If problems with the script are detected, the manuscript will be returned to the authors for the required alterations. The reformulated manuscript should be returned within the deadline determined by the editor.

After final approval, remit a 3.5" floppy disk, using the MS Word text editor, version 6.0 or above.

Accepted manuscripts: accepted manuscripts may be returned to the authors for approval of eventual alterations effected during the editing and normalization process, according to the style of the Journal.

2) Manuscript submission

Papers accompanied by a letter signed by all the authors, with a description of the type of work, declaration that the paper is only being submitted to the Brazilian Journal of Nutrition and agreement to the remise of authors' copyright, will be accepted for submission. If figures or texts previously published in other sources have been included, a document attesting the permission for use should be annexed. The letter should indicate the name, address and telephone and facsimile numbers of the corresponding author.

Authorship: the number of authors should be coherent with the dimensions of the project. Authorship credit should be based on substantial contribution, such as conception and design or data analysis and interpretation. The inclusion of authors whose contribution does not fit the above criteria cannot be justified, and in these cases their names should figure in the Acknowledgements.

The contribution of each of the authors should be stated explicitly at the end of the manuscript.

3) Manuscript presentation

Four copies of the manuscript should be sent to the Editing Nucleus of the Journal, prepared in double spacing with a Times New Roman size 12 source and a limit of 25 pages for **Original Articles** or **Reviews**, 10-15 pages for **Communications** or **Trials** and 5 pages for a **Scientific Note**. All the pages should be numbered as from the identification page. We suggest

consulting this issue to clear up eventual doubts about format. Manuscripts written in Portuguese, Spanish or English can be accepted, with the title, abstract and indexing terms in the original language and in English. Articles should include approximately 30 references except in the case of review articles, which can present about 50.

Title page: this should include: a) complete title; b) short title with up to 40 characters (including spaces), in Portuguese (or Spanish) and English; c) complete names of all the authors, indicating the institutional affiliation of each; d) complete address of the corresponding author, including name, telephone and facsimile numbers and e-mail. **Observation:** this should be the only part of the text with author identification.

Abstract: all articles submitted in Portuguese or Spanish should present the abstract in the original language and in English, with a minimum of 150 words and maximum of 250 words. Articles submitted in English should include the abstract in both English and Portuguese. For original articles, the abstract should be structured to highlight the objectives, basic methods adopted, information on the location, population and sampling involved in the research, the more relevant results and conclusions considering the research objectives, and indicate ways of continuing the study. For the other categories, the format of the abstracts should be narrative but containing the same information. It should not contain citations or abbreviations. Highlight a minimum of three and maximum of six indexing terms, using the Health Science descriptors – DeCS – of Bireme.

Text: papers should follow the formal structure for scientific papers with the exception of manuscripts presented as Reviews, Scientific Notes or Essays.

Introduction: this should contain an updated review of the literature pertinent to the theme, adequate to present the problem and highlight its relevance. It should not be extensive, except in the case of papers submitted as Review Articles.

Methods: this should contain a clear succinct description, accompanied by the corresponding bibliographic citation and including: procedures adopted; universe and sample; instruments for measurement and, if applicable, the validation method; statistical treatment.

Results: whenever possible, the results should be presented as tables or figures, designed to be self-explicable and with the statistical analysis. Avoid repeating data in the text. Tables, frames and figures should be limited to a total of five and numbered consecutively and independently with Arabic numbers according to the order mentioned in the text. Each should receive a brief title. The lateral borders of frames are open. The author is responsible for the quality of the figures (designs, illustrations and graphs), which must be capable of reduction in size to that of one or two columns (7 and 15cm, respectively), without loss of definition. Nankeen ink or high quality printing are suggested.

Discussion: this should adequately and objectively explore the results, discussed in the light of other observations already reported in the literature. **Conclusions:** present the relevant conclusions considering the objectives of the work, and indicate ways of continuing the study. If included in the item *Discussion*, they should not be repeated.

Acknowledgements: acknowledgments can be registered in a paragraph no longer than three lines, directed to institutions or individuals who effectively collaborated with the work.

Annexes: these should be included only when indispensable to the understanding of the text. The editors will judge the need for their publication.

Abbreviations and monograms: only use in a standardized way, restricted to those accepted by convention or sanctioned by use, accompanied by the significance written in full when first cited in the text. They should not be used either in the title or the abstract.

References according to the Vancouver style

References: these should be numbered consecutively according to the order of first mention in the text, based on the Vancouver style. Articles should have about 30 references, except for review articles, which can present about 50. The citation order in the text should obey this numbering. In references with two and up to a limit of six authors, cite all the authors; with more than six authors, cite the first six authors followed by *et al.* Abbreviations of the titles of the periodicals cited should be according to the *Medicus Index*.

Bibliographic citations in the text: these should be put in numerical order in Arabic numbers, half a line above and following the citation, and must appear in the list of references. If there are two authors, cite both connected by "&"; if there are more than two, cite the first author, followed by the expression *et al.*

The exactness and adequacy of the references to works that have been consulted and mentioned in the text of the article are the author's responsibility.

Examples

Books

Peña M, Bacallao J, editores. La obesidad en la pobreza: un nuevo reto para salud pública. Washington (DC): Organización Mundial de la Salud; 2000.

Chapters in a book

Monteiro CA. La transición epidemiológica en el Brasil. In: Peña M, Bacallao J, editores. La obesidad en la pobreza: un nuevo reto para salud pública. Washington (DC): Organización Mundial de la Salud; 2000.

Articles of periodicals

Dutra de Oliveira JE, Marchini JS. Nutritional sciences in Brazil: the pioneer work of institutions and scientists. *Nutrition*. 2004; 20(2):174-6.

Dissertations and theses

Moutinho AE. Representações sociais na manutenção do peso corporal. O que e quem o discurso revela [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2003.

Papers presented in congress, symposiums, meetings, seminars and others

Moreira EAM, Fagundes RLM, Faccin GL, Couto MM, Torres MA, Wilhelm Filho D. The effect of alcohol ingestion during lactation on oxidative stress. In: Annals of the 17th International Congress of Nutrition & Metabolism; 2001 Aug; Austria, Vienna; 2001. Abstract 6.06.135.

Electronic material

Electronic periodicals, articles

Boog MCF. Construção de uma proposta de ensino de nutrição para curso de enfermagem. Rev Nutr [periódico eletrônico] 2002 [citado em Jun 10 2002]; 15(1). Disponível em: <http://www.scielo.br/rn>

Text in electronic format

World Health Organization. Micronutrient deficiencies: battling iron deficiency anaemia [cited 2002 Nov 11]. Available from: <http://www.who.int/nut/ida.htm>

Computer program

Dean AG, et al. *Epi Info* [computer program]. Version 6: a word processing, database, and statistics program for epidemiology on micro-computers. Atlanta, Georgia: Centers of Disease Control and Prevention; 1994.

Consultation of the rules of the *Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver Group) is recommended for other examples (<http://www.icmje.org>).

MANUSCRIPT CHECKLIST

- ☐ Declaration of responsibility and copyright transfer signed by each author
- ☐ Send four copies the manuscript and the editor
- ☐ Include the title of the manuscript in Portuguese and English
- ☐ Check that the text, including, abstract, tables and references is presented in Times New Roman type, font size 12, and is double-spaced with margins of 3 cm
- ☐ Include the short title with 40 caracteres, as the running title
- ☐ Include structured abstracts for papers and narrative for manuscripts other than research papers, with a maximum of 150 words in both Portuguese and English, or in Spanish when applicable, with index terms
- ☐ Legend of figures and tables
- ☐ Title page with the information requested

- ☐ Include the name of the financing agencies and the number of the process
- ☐ Acknowledge, when appropriate, that the article is based on a thesis/dissertation, giving the title, name of the institution, pages and the year of the defense
- ☐ Check that the references are standardized according with Vancouver style, in the order in which they were cited for the first time in the text and that all are mentioned in the text
- ☐ Include permission from the editors for the reproduction of published figure or tables
- ☐ Judgment of the Committee of Ethics.

DECLARATION OF RESPONSIBILITY AND COPYRIGHT TRANSFER

Each author should read and sign documents (1) Declaration of responsibility and (2) Copyright Transfer.

First author: _____ **Title of manuscript:** _____

1. Declaration of responsibility: All these listed as authors should sign a Declaration of Responsibility as set out below:

- "I certify that I have participated sufficiently in the work to take public responsibility for the content.
- I certify that the manuscript represents original work and that neither this manuscript nor one with substantially similar content under my authorship has been published or is being considered for publication elsewhere, except as described in na attachmente.
- I certify that (1) I have contributed substantially to the conception and planning or analysis and interpretation of the data; (2) I have contributed significantly to the preparation of the draft or to the critical revision of the content; and (3) I participated in the approval of the final version of the manuscript.

Signature of the author(s) _____ Date ____/____/____

2. Copyright Transfer: "I declare that should the article be accepted by the Revista de Nutrição, I agree that the copyright relating to it shall become the exclusive property of the "Centro de Ciências da Vida, PUC-Campinas", that any and all reproduction is prohibited whether total or partial, anywhere else or by any other means whether printed or electronic, without the prior and necessary authorization being requested and that if obtained, I shall take due acknowledgement of this authorization on the part of the "Centro de Ciências da Vida".

Signature of the author(s) _____ Date ____/____/____

Pontifícia Universidade Católica de Campinas

(Sociedade Campineira de Educação e Instrução)

Grão-Chanceler: Dom Bruno Gamberini

Reitor: Prof. Pe. Wilson Denadai

Vice-Reitora: Profa. Angela de Mendonça Engelbrecht

Pró-Reitoria de Graduação: Prof. Germano Rigacci Júnior

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação: Profa. Vera Engler Cury

Pró-Reitoria de Extensão e Assuntos Comunitários: Prof. Paulo de Tarso Barbosa Duarte

Pró-Reitoria de Administração: Prof. Marco Antonio Carnio

Diretora do Centro de Ciências da Vida: Profa. Miralva Aparecida de Jesus Silva

Diretor-Adjunto: Prof. José Gonzaga Teixeira de Camargo

Diretora da Faculdade de Nutrição: Profa. Angela de Campos Trentin

Revista de Nutrição

Com capa impressa no papel supremo 250g/m²
e miolo no papel couchê fosco 90g/m²

Capa / Cover

Katia Harumi Terasaka

Editoração eletrônica / DTP

Beccari Propaganda e Marketing

E-mail: editora@beccari.com.br

Impressão / Printing

Gráfica Editora Modelo Ltda

Tiragem / Edition

1200

Distribuição / Distribution

Sistema de Bibliotecas e Informação da PUC-Campinas.
Serviço de Publicação, Divulgação e Intercâmbio



Artigos Originais | Original Articles

- 229 Biodisponibilidade de minerais em refeições vegetarianas e onívoras servidas em restaurante universitário**
Mineral bioavailability in vegetarian and omnivorous meals served in a university restaurant
•Egle Machado de Almeida Siqueira, Juliana Frossard Ribeiro Mendes, Sandra Fernandes Arruda
- 239 Avaliação por métodos *in vitro* e *in vivo* da biodisponibilidade de sulfato ferroso microencapsulado**
In vitro and in vivo evaluation of iron bioavailability from microencapsulated ferrous sulfate
•Maria Lucia Cocato, Maria Inês Ré, Messias Alves Trindade Neto, Helena Pontes Chiebao, Célia Colli
- 249 Efeito da adição dietética de milho de alta qualidade protéica em camundongos**
Effect of adding high-quality protein maize to the diet of mice
•Aline Castro Silva, Ricardo Ferreira Muradas, Éder Galinari Ferreira, Déborah Kristina Braga, Flávia Márcia Oliveira, Alexandre Sylvio Vieira da Costa
- 257 Shrimp diet and skin healing strength in rats**
Dieta com camarão e resistência cicatricial da pele, em ratos
•Elizabeth Lage Borges, Fernanda Kelley Silva Pereira, Jacqueline Isaura Alvarez-Leite, Luiz Ronaldo Alberti, Mônica Alves Neves Diniz Ferreira, Andy Petroianu
- 265 Tendência do aleitamento materno em município da região centro-sul do estado de São Paulo: 1995-1999-2004**
Breastfeeding trends in a municipality in central-southern São Paulo state: 1995-1999-2004
•Luciana Ferreira, Cristina Maria Garcia de Lima Parada, Maria Antonieta de Barros Leite Carvalhaes
- 275 Ingestão de cálcio e indicadores antropométricos entre adolescentes**
Calcium intake and anthropometric indicators in adolescents
•Luana Caroline dos Santos, Lígia Araújo Martini, Sílvia Nascimento de Freitas, Isa de Pádua Cintra
- 285 O Programa Nacional de Alimentação Escolar em município do estado da Paraíba: um estudo sob o olhar dos beneficiários do Programa**
National School Feeding Program in a municipality of Paraíba state: a study under the viewpoint of those who benefit from the Program
•Vanessa Messias Muniz, Alice Teles de Carvalho
- 297 Proporção de anemia de acordo com o estadiamento puberal, segundo dois critérios diagnósticos**
Anemia proportion according to pubertal stage using two diagnostic criteria
•Flávia Calanca da Silva, Maria Sylvia de Souza Vitalle, Elaine Cristina Quaglia, Josefina Aparecida Pellegrini Braga, Élide Helena Guidolin da Rocha Medeiros
- 307 Magnitude e métodos de perda rápida de peso em judocas de elite**
Magnitude and methods of rapid weight loss in elite judo athletes
•Guilherme Giannini Artioli, Fernanda Baeza Scagliusi, Viviane Ozores Polacow, Bruno Gualano, Antonio Herbert Lancha Junior

Comunicação | Communication

- 317 Metabolismo energético em atletas de *endurance* é diferente entre os sexos**
Energetic metabolism in endurance athletes is different between sexes
•Alessandra Barreto Paravidino, Emilson Souza Portella, Eliane de Abreu Soares