



ISSN 1415-5273

Volume 22 | Número 4

Julho - Agosto • 2009

Revista de Nutrição
Brazilian Journal of Nutrition

Editora Científica / Editor

Semiramis Martins Álvares Domene

Editora Adjunta / Assistant Editor

Vânia Aparecida Leandro Merhi

Editores Associados / Associate Editors

Alimentação e Ciências Sociais

Ligia Amparo da Silva Santos - Universidade Federal da Bahia
Rosa Wanda Diez Garcia - Universidade de São Paulo
Shirley Donizete Prado - Universidade Estadual do Rio de Janeiro

Avaliação Nutricional

Pedro Israel Cabral de Lira - Universidade Federal de Pernambuco
Regina Mara Fisberg - Universidade de São Paulo
Rosângela Alves Pereira - Universidade Federal do Rio de Janeiro

Bioquímica Nutricional

Nadir do Nascimento Nogueira - Universidade Federal do Piauí
Teresa Helena Macedo da Costa - Universidade de Brasília

Dietética

Eliane Fialho de Oliveira - Universidade Federal do Rio de Janeiro
Liliana Zago Ferreira dos Santos - Universidade Federal de São Paulo
Kênia Mara Baiocchi de Carvalho - Universidade de Brasília

Educação Nutricional

Inês Rugani de Castro - Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Maria Cristina Faber Boog - Universidade Estadual de Campinas
Maria Lúcia Magalhães Bosi - Universidade Federal do Ceará

Epidemiologia e Estatística

Basílio de Bragança Pereira - Universidade Federal do Rio de Janeiro
Denise Petrucci Gigante - Universidade Federal de Pelotas
Ricardo Carlos Cordeiro - Universidade Estadual de Campinas

Micronutrientes

Jaime Amaya Farfán - Universidade Estadual de Campinas
Lúcia de Fátima C. Pedrosa - Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Vera Lúcia Cardoso Garcia Tramonte - Universidade Federal de Santa Catarina

Nutrição Clínica

Josefina Bressan - Universidade Federal de Viçosa
Lilian Cuppari - Universidade Federal de São Paulo

Nutrição Experimental

Alceu Afonso Jordão - Universidade de São Paulo
Maria Margareth Veloso Naves - Universidade Federal de Goiás
Raul Manhães de Castro - Universidade Federal de Pernambuco

Nutrição Materno-Infantil

Joel Alves Lamounier - Universidade Federal de Minas Gerais
Márcia R. Vitolo - Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

Nutrição em Produção de Refeições

Daisy Blumenberg Wolkoff - Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Helena Maria Pinheiro Sant'Ana - Universidade Federal de Viçosa
Rossana Pacheco da Costa Proença - Universidade Federal de Santa Catarina

Políticas Públicas de Alimentação e Nutrição

Bethsáida de Abreu Soares Schmitz - Universidade de Brasília
Francisco de Assis G. de Vasconcelos - Universidade Federal de Santa Catarina
Patrícia Constante Jaime - Universidade de São Paulo

Saúde Coletiva

Ana Marlúcia Oliveira Assis - Universidade Federal da Bahia
Haroldo da Silva Ferreira - Universidade Federal de Alagoas
Maria Angélica Tavares de Medeiros - Universidade Federal de São Paulo
Maria Teresa Anselmo Olinto - Universidade do Vale do Rio dos Sinos

Editora Gerente / Manager Editor

Maria Cristina Matoso - Pontifícia Universidade Católica de Campinas

Conselho Editorial / Editorial Board

Adriano Dias - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Alcides da Silva Diniz - Universidade Federal de Pernambuco
Alice Teles de Carvalho - Universidade Federal da Paraíba
Ana Lydia Sawaya - Universidade Federal de São Paulo
Ana Maria Segall Correa - Universidade Estadual de Campinas
Carlos A. Caramori - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Cephora Maria Sabarense - Universidade Federal de Juiz de Fora
César Gomes Victória - Universidade Federal de Pelotas
Cláudia Maria da Penha Oller do Nascimento - Universidade Federal de São Paulo
Dilina do Nascimento Marreiro - Universidade Federal de Piauí
Dirce Maria Lobo Marchioni - Universidade de São Paulo
Eliane Beraldi Ribeiro - Universidade Federal de São Paulo
Emília Addison Machado Moreira - Universidade Federal de Santa Catarina
Fernando Colugnati - Instituto de Pesquisas em Tecnologia e Inovação
Gilberto Kac - Universidade Federal do Rio de Janeiro
Iná da Silva dos Santos - Universidade Federal de Pelotas
Iracema Santos Veloso - Universidade Federal da Bahia
Jean-Pierre Poulain - Universidade de Toulouse-Le-Mirail - France
Julio Sérgio Marchini - Universidade de São Paulo
Leonor M. Pacheco dos Santos - Ministério do Desenv. Social e Combate à Fome
Lúcia Kiyoko Ozaki Yuyama - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Maria Alice Altenburg de Assis - Universidade Federal de Santa Catarina
Marina Kiyomi Ito - Universidade de Brasília
Paula Garcia Chiarello - Universidade de São Paulo
Rosely Sichieri - Universidade Estadual do Rio de Janeiro
Valdomiro Sgarbieri - Universidade Estadual de Campinas
Tânia Lúcia Montenegro Stamford - Universidade Federal de Pernambuco
Thomas Prates Ong - Universidade de São Paulo
Walter Belik - Universidade Estadual de Campinas

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: ccv.assinaturas@puc-campinas.edu.br

Annual: ● Pessoas físicas: R\$90,00

● Institucional: R\$150,00

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

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

Annual: ● Individual rate: R\$90,00

● Institutional rate: R\$150,00

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: +55-19-3343-6875

E-mail: ccv.revistas@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, Scopus, Web of Science.

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, Scopus, Web of Science.

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.



ISSN 1415-5273

Revista de Nutrição

Brazilian Journal of Nutrition

Revista de Nutrição é associada à
Associação Brasileira de Editores Científicos



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.22 n.4 jul./ago. 2009

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

Artigos Originais | Original Articles

- 443 Avaliação da aplicabilidade de fórmulas preditivas de peso e estatura em homens adultos
Assessment of equations that estimate weight and height in adult men
• Fabiane Aparecida Canaan Rezende, Lina Enriqueta Frandsen Paez Lima Rosado, Sylvia do Carmo Castro Franceschini, Gilberto Paixão Rosado, Rita de Cássia Lanes Ribeiro
- 453 Estado nutricional e insegurança alimentar de adolescentes e adultos em duas localidades de baixo índice de desenvolvimento humano
Nutritional status and food insecurity of adolescents and adults in two cities with a low human development index
• Juliana Souza Oliveira, Pedro Israel Cabral de Lira, Ida Cristina Leite Veras, Sandra Regina Maia, Maria da Conceição Chaves de Lemos, Sonia Lucía Lucena Sousa de Andrade, Maurício José Viana Junior, Fernanda Cristina de Lima Pinto, Vanessa Sá Leal, Malaquias Batista Filho
- 467 Influência da desnutrição promovida pela dieta básica regional sobre o perfil de ácidos graxos do leite materno, o crescimento e o desenvolvimento de ratos jovens
Malnutrition promoted by a basic regional diet alters the fatty acid profile of breast milk, and the growth and development of rat pups
• Amanda Santos de Souza, Luciana da Camara Pacheco, Priscila da Silva Castro, Maria das Graças Tavares do Carmo
- 483 Avaliação dos efeitos da semente de linhaça quando utilizada como fonte de proteína nas fases de crescimento e manutenção em ratos
Evaluation of the effects of flaxseed when used as a protein source for the growth and maintenance phases of rats
• Lavínia Leal Soares, Juliana Tomaz Pacheco, Carolina Meano de Brito, Aline de Andrade Troina, Gilson Teles Boaventura, Maria Angélica Guzmán-Silva
- 493 Efeito da suplementação com ácido linoléico conjugado e do treinamento em natação sobre a composição corporal e os parâmetros bioquímicos de ratos Wistar em crescimento
Effect of conjugated linoleic acid supplementation and swimming training on the body composition and biochemical parameters of Wistar pups
• Antonio Eduardo de Aquino Junior, Grace Kelly Zanotti Simões Dourado, Fernanda Oliveira Duarte, Ana Cláudia Garcia Oliveira Duarte, Marcela Sene-Fiorese
- 503 Fatores de risco para sobrepeso entre adolescentes: análise de três cidades brasileiras
Risk factors for overweight among adolescents: analysis of three Brazilian cities
• Isabela da Costa Ribeiro, Fernando Antonio Basile Colugnati, José Augusto de Aguiar Carrazedo Taddei
- 517 Influência das proteínas do soro sobre enzimas hepáticas, perfil lipídico e formação óssea de ratos hipercolesterolêmicos
Influence of whey protein on liver enzymes, lipid profile and bone formation of hypercholesterolemic rats
• Fabiano Kenji Haraguchi, Maria Lucia Pedrosa, Heberth de Paula, Rinaldo Cardoso dos Santos, Marcelo Eustáquio Silva

- 527 Dobras cutâneas e bioimpedância elétrica perna-perna na avaliação da composição corporal de crianças
Skinfold thicknesses and leg-to-leg bioimpedance for the assessment of body composition in children
• Monize Cocetti, Sílvia Diez Castilho, Antonio de Azevedo Barros Filho

Revisão | Review

- 537 Influência de alimentos líquidos e sólidos no controle do apetite
Influence of liquid and solid foods on appetite control
• Denise Machado Mourão, Josefina Bressan
- 549 Marcador *in vitro* da resposta glicêmica dos alimentos como ferramenta de auxílio à prescrição e avaliação de dietas
In vitro indicator of the glycemic response to foods as a tool for diet prescriptions and evaluation
• Vanessa Dias Capriles, Andréa Carvalheiro Guerra-Matias, José Alfredo Gomes Arêas

Comunicação | Communication

- 559 Pode a atividade física materna modular a programação fetal induzida pela nutrição?
Can maternal physical activity modulate the nutrition-induced fetal programming?
• Carol Góis Leandro, Marco Fidalgo Amorim, Sandro Massao Hirabara, Rui Curi, Raul Manhães de Castro

Nota Científica | Research Note

- 571 Avaliação nutricional de idosos em uma instituição por diferentes instrumentos
Nutritional assessment of institutionalized elderly with different instruments
• Luciana Nabuco Félix, Elizabeth Maria Talá de Souza
- 581 Instruções aos Autores
Instructions for Authors

Estado nutricional e insegurança alimentar de adolescentes e adultos em duas localidades de baixo índice de desenvolvimento humano

Nutritional status and food insecurity of adolescents and adults in two cities with a low human development index

Juliana Souza OLIVEIRA¹
Pedro Israel Cabral de LIRA²
Ida Cristina Leite VERAS³ *in memoriam*
Sandra Regina MAIA²
Maria da Conceição Chaves de LEMOS⁴
Sonia Lucia Lucena Sousa de ANDRADE²
Maurício José VIANA JUNIOR⁵
Fernanda Cristina de Lima PINTO⁶
Vanessa Sá LEAL⁶
Malaquias BATISTA FILHO⁷

RESUMO

Objetivo

Descrever a situação da (in)segurança alimentar e sua relação com o estado nutricional de adolescentes e adultos em duas localidades, Gameleira, zona da mata de Pernambuco e São João do Tigre, zona semi-árida da Paraíba, ambas caracterizadas pelo baixo índice de desenvolvimento humano.

¹ Universidade Federal de Alagoas, Faculdade de Nutrição. Campus A.C. Simões, Av. Lourival Melo Mota, s/n., Tabuleiro dos Martins, 57072-970, Maceió, AL, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: J.S. OLIVEIRA. E-mails: <juliana_nutricao@yahoo.com.br>; <juliana_nutricao@oi.com.br>.

² Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Nutrição. Recife, PE, Brasil.

³ Hospital da Restauração de Pernambuco. Recife, PE, Brasil.

⁴ Hospital Agamenon Magalhães, Unidade de Diabetes e Endocrinologia. Recife, PE, Brasil.

⁵ Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica, Universidade de Pernambuco, Instituto Materno Infantil Prof. Fernando Figueiredo, Curso de Medicina. Recife, PE, Brasil.

⁶ Nutricionistas. Recife, PE, Brasil.

⁷ Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Nutrição. Recife, PE, Brasil.

Métodos

Estudo transversal, com 501 famílias em Gameleira (PE) e 458 famílias, em São João do Tigre (PB), com 1 528 e 1 163 adolescentes e adultos, respectivamente. A (in)segurança alimentar foi determinada pelo questionário de *Cornell* (Estados Unidos da América), ajustado para realidade nacional (Escala Brasileira de Insegurança Alimentar), enquanto o estado nutricional foi estabelecido pelo Índice de Massa Corporal.

Resultados

A insegurança alimentar foi caracterizada em quase 90,0% das famílias dos dois municípios, predominando as condições de insegurança moderada (40,2%) em São João do Tigre (PB) e grave (36,9%) em Gameleira (PE). Nas duas localidades, a insegurança alimentar prevaleceu nas famílias com adolescentes. O baixo peso para altura (*proxi* de desnutrição) apresentou proporções muito baixas em todos os grupos etários, enquanto a condição sobrepeso/obesidade prevaleceu entre os adultos, chegando a alcançar 58,6% das observações (≥ 40 anos, em São João do Tigre). Não foi encontrada associação estatística entre a insegurança alimentar e suas formas moderada e grave e a desnutrição.

Conclusão

A escala brasileira de avaliação da (in)segurança alimentar se comporta mais como um indicador psicossocial de vulnerabilidade, não apresentando a esperada consistência com a proporção da desnutrição de adolescentes e adultos identificada por este estudo, sob o aspecto antropométrico, mesmo em populações de pobreza praticamente generalizada.

Termos de indexação: Adultos. Estado nutricional. Estudos transversais. Saúde do adolescente. Segurança alimentar e nutricional.

ABSTRACT

Objective

The objective of this study was to describe the food insecurity profile and its relationship with the nutritional status of adolescents and adults of two cities in Northeast Brazil: (Gameleira (PE), located in the sugarcane area of Pernambuco and São João do Tigre (PB), located in the semiarid area of Paraíba), both characterized by a low human development index.

Methods

This is a cross-sectional study with 501 families from Gameleira (PE) and 458 families from São João do Tigre (PB), totaling 1 528 adolescents and 1 163 adults. Food insecurity was determined by Cornell's questionnaire (United States of America), localized for Brazil (Brazilian Food Insecurity Scale) while the nutritional status was determined by calculating the body mass index.

Results

Almost 90% of the families of both cities were on food insecurity. Moderate food insecurity was more common in São João do Tigre (PB) (40.2%) and severe food insecurity in Gameleira (PE) (36.9%). In the two cities, food insecurity prevailed in families with adolescents. There was a low prevalence of low weight-for-height (proxy for malnutrition) in all age groups, and a high prevalence (58.6%) of overweight and obesity in adults 40 years or older in São João do Tigre. There was no statistical association between moderate and severe food insecurity and malnutrition.

Conclusion

The Brazilian scale to assess food insecurity is more of a psychosocial indicator of vulnerability. Under the anthropometric standpoint, the malnutrition rates found by this study among adolescents and adults were not consistent with their food insecurity statuses, even though poverty in these populations was widespread.

Indexing terms: *Adults. Nutritional status. Cross-sectional studies. Adolescent health. Food security.*

INTRODUÇÃO

Ao assumir diferentes configurações em seu trânsito histórico nos últimos 60 anos, a

Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) pode e deve ser compreendida, em sua conceituação mais atual, como a condição (de fato, um direito humano) que assegura a todas as pessoas o acesso

físico, econômico e cultural a um elenco básico de alimentos capaz de suprir, de forma regular e permanente, a cobertura das necessidades biológicas de energia e nutrientes. Esta condição deve ser assegurada em um contexto de pleno atendimento a outros direitos fundamentais, como a educação, a moradia, a saúde e o bem estar social, dentro de um processo autônomo e sustentável de desenvolvimento, tendo como suporte o exercício de uma atividade laboral ética e culturalmente aceitável^{1,2}. Embora alguns objetivos da SAN possam parecer ainda utópicos, na realidade, já constituem uma carta de princípios políticos, éticos e programáticos, referenciados por quase todos os países.

Nessa perspectiva, a SAN se colocou como consenso na Segunda Conferência Mundial de Alimentos³, na Conferência de Atenção Primária de Saúde, na Rússia⁴, nos compromissos da Reunião de Cúpula das Nações Unidas⁵ e na Cúpula Mundial de Alimentação⁶. Na Reunião de Nova York, se explicitou que a segurança alimentar domiciliar, além de um objetivo em si, constituía um pré-requisito para prevenir deficiências nutricionais, como o baixo peso ao nascer, a desnutrição energético-protéica (DEP), a hipovitaminose A, as anemias e a deficiência de iodo. Mais moderadamente, com a valorização epidemiológica das doenças crônicas não transmissíveis, o conceito e a prática da SAN passam a se estender ao domínio da alimentação e dos estilos de vida saudáveis, ultrapassando, portanto, o marco dos processos carenciais da nutrição^{7,8}.

Na medida em que representa um conceito novo e em rápido processo de mudança, a SAN necessita de um ou vários instrumentos que possibilitem avaliar sua própria condição, em termos populacionais, em grupos específicos e, finalmente, em instância familiar e até individual. Nesse sentido, na década de 1980, pesquisadores da Universidade de Cornell, desenvolveram um protótipo de avaliação qualitativa (a chamada escala de Cornell) composta por 10 perguntas, compreendendo simultaneamente a percepção da preocupação dos problemas relativos à quantidade

de alimentos e à qualidade da dieta⁹⁻¹². Na década de 90, com base nesta escala e em outras similares, como a do *Community Childhood Hunger Identification Project (CCHIP)*, estudiosos do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos aperfeiçoaram o método, que passou a incluir 15 quesitos e 3 subitens. Com a nova configuração, desde 1995, o método passou a ser aplicado pelo Departamento do Censo e nas pesquisas periódicas de saúde e nutrição dos Estados Unidos^{1,9}.

Para sua validação no Brasil, foram realizados oito grupos focais, entre 2002 e 2004, em quatro municípios brasileiros (Campinas, João Pessoa, Manaus e Goiânia), mediante estudo multicêntrico apoiado pela Organização Pan-Americana de Saúde, resultando na elaboração e na validação da Escala Brasileira de Insegurança Alimentar (EBIA)¹²⁻¹⁴.

Com a nova formatação, esta escala foi utilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) como tema especial da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD)¹², sendo pertinente considerar que o Brasil é o país que reúne a experiência mais extensa do mundo em termos do uso massivo deste instrumento.

Como resultado desta aplicação extensiva à realidade brasileira, demonstrou-se que 39,8% da população encontravam-se em situação de insegurança alimentar (IA), sendo 18,0% leve, 14,1% moderada e 7,7% grave. No Nordeste, a condição de insegurança alcançou 59% das famílias, chegando a 52,1% na região Norte¹². Desde que, em última instância, um dos objetivos da segurança alimentar deve ser o alcance de uma boa situação nutricional, um dos aspectos conceitualmente conflitivos destes resultados seria a marcante discordância com o estado nutricional da população brasileira em anos recentes, e, mais especificamente, com o quadro epidemiológico prevalente no Nordeste Brasileiro¹⁵⁻¹⁷. Ressalta-se, em princípio, a grande discordância entre as elevadas freqüências da insegurança alimentar, nacional e regional, em contraste com baixas prevalências de desnutrição em crianças, mesmo

nos espaços geográficos mais pobres, como o Nordeste e o Norte do Brasil.

Nessas circunstâncias, considerou-se oportuno analisar a relação entre os níveis de (in)segurança alimentar e o estado nutricional de adolescentes e adultos em duas áreas de reconhecida vulnerabilidade socioeconômica, em uma conjuntura de rápida transição epidemiológica e nutricional.

O município da Gameleira localiza-se na Mata Meridional de Pernambuco, em um espaço geográfico típico da tradicional economia açucareira: monocultura, com elevada concentração de renda, mercado de trabalho instável entre a estação de máximo emprego (setembro/março) e o período de entressafra (abril/agosto), quando a ocupação do trabalho braçal cai para níveis mínimos na cidade e no campo, estabelecendo-se um período crítico de trabalhos avulsos, subemprego ou completo desemprego.

No ano 2000, segundo o Censo Demográfico do IBGE, o município possuía uma população de 25 200 habitantes, dos quais 69,4% residentes na área urbana e 30,6% no meio rural. Mesmo no espaço urbano, as atividades econômicas acham-se estreitamente dependentes dos efeitos e das demandas da agroindústria canavieira. Segundo o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2006), o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Município era de 0,590, representado pelos sub-índices educação (0,648), longevidade (0,627) e renda (0,496), com 73,6% das famílias vivendo em condição de pobreza absoluta^{18,19}.

São João do Tigre situa-se na micro-região dos Cariris Velhos, no Estado da Paraíba, compondo um conglomerado de municípios que, há 10 anos, representava uma das áreas mais pobres do Nordeste e de todo o País. Faz parte do semi-árido nordestino, área exposta à ocorrência cíclica das grandes estiagens, que resultam em fracassos cruciais da produção agropecuária e no desencadeamento de crises alimentares agudas. Esta zona é considerada como uma das grandes prioridades e, ao mesmo tempo, como um dos

maiores desafios da Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, pela magnitude dos problemas, pelas condições e pela expressão numérica da população exposta.

Em 2006, o município tinha uma população estimada de 4 729 habitantes, distribuída na proporção de 28% na cidade e 72% no campo¹⁸. Entre 1996 e 2000, a taxa anual de crescimento demográfico foi de 1,8%. Em 1991, seu IDH era de 0,488, elevando-se, no ano 2000, para 0,527, representado pelos sub-índices educação (0,590), longevidade (0,517) e renda (0,475).

MÉTODOS

O estudo, do tipo transversal, foi realizado entre março a junho de 2005, com uma amostra de 501 famílias em Gameleira e 458 famílias em São João do Tigre (1 528 e 1 163 adolescentes e adultos, respectivamente), em conglomerados escolhidos intencionalmente, a partir de levantamentos realizados junto às Secretarias Municipais de Saúde, considerando dois critérios: risco socioeconômico e existência de crianças menores de 5 anos.

Para o cálculo da amostra levou-se em consideração uma prevalência de, aproximadamente, 60% de insegurança alimentar para o Nordeste, com base nos resultados da PNAD, 2004¹², estimando um erro máximo de 5%, para um nível de significância de 95% que, acrescida de 10% para compensar possíveis perdas, resultou em uma amostra mínima de 440 famílias. Para o cálculo amostral utilizou-se o programa *Statcalc* do Epi Info, versão, 6.04. No presente estudo, não se considerou a dicotomia urbano/rural da população.

A avaliação da (in)segurança alimentar foi efetuada mediante a aplicação do questionário do *United States Department of Agriculture* (USDA) modificado pela experiência de grupos focais no Brasil (questionário EBIA)¹³. O instrumento consta de 15 perguntas centrais fechadas, com resposta sim ou não sobre a experiência nos últimos três meses de insuficiência alimentar em

seus diversos níveis de intensidade, que vão da apreensão de que a comida possa vir a faltar até a vivência de passar todo um dia sem comer. Cada resposta afirmativa do questionário equivale a um ponto, variando a contagem de 0 a 15 pontos, considerando o valor zero como a condição de segurança; 1-5 pontos como insegurança leve; 6-10 pontos como insegurança moderada e 11-15 pontos como insegurança grave. Cada pergunta central é seguida de uma pergunta sobre a frequência com que o evento afirmativo ocorre. Neste estudo essas frequências não foram contabilizadas.

A avaliação antropométrica foi realizada segundo procedimentos técnicos recomendados pela Organização Mundial de Saúde, de 1995²⁰. O peso foi obtido utilizando balança digital (Filizola E-150/3P, São Paulo, Brasil) com capacidade para 150kg e precisão de 100g. A altura foi aferida utilizando estadiômetro (Cardiomed, Curitiba - PR) com amplitude de 200cm e subdivisões de 0,1cm. Para garantir a precisão das mensurações, as medidas foram tomadas duas vezes para cada indivíduo, observando-se que a diferença entre as avaliações não deveria exceder 0,5cm. No caso de extrapolar esse limite, repetia-se a mensuração e anotavam-se as duas medições com valores mais próximos, sendo utilizada a média de cada medida para efeito de registro da variável.

Para avaliação do estado nutricional dos três grupos (adolescentes de 10 a 19 anos, e adultos de 20 a 39 anos e ≥ 40 anos), utilizou-se o cálculo da relação peso/altura pelo Índice de Massa Corporal (IMC), obtido a partir da divisão da massa corporal em quilogramas pela estatura em metro, elevada ao quadrado (kg/m^2). Foram retiradas da amostra as gestantes e as nutrizes. Na classificação dos resultados de IMC, foram utilizadas as recomendações da Organização Mundial de Saúde (OMS)²⁰, considerando: para adolescentes: baixo peso: percentil < 5 ; peso normal: percentil ≥ 5 e < 85 ; sobrepeso: percentil ≥ 85 e < 95 e obesidade: percentil ≥ 95 . Para adultos: baixo peso: $\text{IMC} < 18,5$; normalidade: $\text{IMC} \geq 18,5$ e $< 25,0$; sobrepeso: $\text{IMC} \geq 25,0 \text{ kg}/\text{m}^2$ e $< 30,0 \text{ kg}/\text{m}^2$ e obesidade: $\text{IMC} \geq 30,0 \text{ kg}/\text{m}^2$.

Os dados foram digitados em dupla entrada, com a finalidade de checar sua validação utilizando o programa estatístico Epi Info, versão 6.04 (CDC, Atlanta). Para análise da consistência interna das variáveis utilizou-se o *Alpha de Cronbach* com um valor mínimo aceitável de 0,85, com o auxílio do *Statistical Package for Social Science* (SPSS), versão 12.0.1. Nas análises da associação da (in)segurança alimentar e do estado nutricional agrupado (baixo peso/normalidade *versus* - *vs* sobrepeso/obesidade) para os diferentes grupos etários foi utilizado o teste qui-quadrado de tendência e para testar a associação entre estado nutricional e faixa etária foi utilizado o qui-quadrado. Para as análises estatísticas utilizou-se o programa Epi Info, versão 6.04 (CDC, Atlanta), considerando como nível de significância estatística valores de $p < 0,05$.

Os projetos foram aprovados pelo Comitê de Ética do Instituto Materno Infantil Prof. Fernando Figueira (IMIP), sob o protocolo nº 386, atendendo às normas regulamentares de pesquisas envolvendo seres humanos - Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde.

RESULTADOS

O instrumento para avaliar a (in)segurança alimentar (escala EBIA) evidenciou uma consistência interna muito satisfatória, visto que o Alpha de Cronbach foi de 0,93 (Gameleira) e de 0,91 (São João do Tigre), para um mínimo aceitável de 0,85.

Do total de famílias estudadas em cada município, aproximadamente 12,0% foram classificadas na categoria de segurança alimentar, predominando, portanto, a condição de insegurança, sendo mais prevalentes as formas moderada e grave, em Gameleira (33,5% e 36,9%, respectivamente) e em São João do Tigre (40,2% e 21,6%, respectivamente).

Demonstra-se na Tabela 1 que, na avaliação dos indivíduos por faixa etária, os menores percentuais de ocorrência de segurança foram

registrados nos adolescentes das duas localidades, com freqüências praticamente iguais de 8,0% e 8,5%, respectivamente. No que se refere à insegurança, a forma considerada grave prevaleceu em 48,8% na faixa de 10 a 19 anos em Gameleira, enquanto em São João do Tigre a maior proporção de insegurança alimentar foi na forma moderada (41,4%), também ocorrendo em adolescentes. Nos dois municípios as distribuições de freqüência das situações de segurança/insegurança alimentar e seus graus foram significativamente associados ao grupo etário ($p \leq 0,001$).

Do total da amostra, 27,7% e 37,5% de adolescentes e adultos dos municípios da Gameleira e de São João do Tigre, respectivamente, não fizeram as medições antropométricas. Ao analisar comparativamente as perdas de avaliações antropométricas de adolescentes e adultos, em relação às famílias, e os resultados da avaliação da (in)segurança alimentar, verificou-se que, no caso de Gameleira, as perdas amostrais foram estatisticamente significantes nas condições de segurança e insegurança leve ($p < 0,05$). No entanto, em São João do Tigre as perdas foram homogêneas, não alterando a expressão dos resultados.

Nos dois municípios, a maior proporção de normalidade antropométrica (em torno de 85%)

verificou-se no grupo de 10 a 19 anos de idade. A ocorrência de baixo peso representou o resultado que menos variou na comparação dos diferentes grupos etários. Por outro lado, consideradas isoladas ou cumulativamente, as proporções de sobrepeso e obesidade apresentaram aumentos consistentes e progressivos com a evolução das faixas etárias. Agregadas, as duas condições representam 45,6% dos casos em Gameleira e 58,6% em São João do Tigre, nos adultos com 40 anos e mais. Em seu conjunto, o estado nutricional apresentou diferenças estatisticamente significantes em função dos grupos etários nas duas localidades (Tabela 2).

No grupo de adolescentes das duas localidades (Tabela 3), as maiores proporções de normalidade antropométrica (percentil ≥ 5 e percentil < 85) ocorreram na categoria insegurança leve: 90,2% em Gameleira e 92,7% em São João do Tigre, com freqüências percentuais mais elevadas que na condição de segurança. Em Gameleira, 8,9% dos adolescentes de famílias classificadas em situação de insegurança alimentar grave foram identificados como casos de risco de desnutrição (percentil < 5). Nas duas amostras, a freqüência de normalidade antropométrica se situou entre 84,0% (São João do Tigre) e 86,8% (Gameleira). Os testes estatísticos evidenciaram, nas duas loca-

Tabela 1. Proporção da (in)segurança alimentar, segundo faixas etárias dos municípios da Gameleira (PE) e São João do Tigre (PB), 2005.

Especificações	10-19 anos		20-39 anos		≥40anos		Total n
	n	%	n	%	n	%	
<i>Gameleira (PE)^a</i>							
Segurança	40	8,0	83	11,5	41	13,2	164
Insegurança leve	61	12,2	126	17,5	47	15,1	234
Insegurança moderada	154	30,9	259	36,1	101	32,5	514
Insegurança grave	243	48,8	251	34,9	122	39,2	616
Total	498	100,0	719	100,0	311	100,0	1 528
<i>São João do Tigre (PB)^b</i>							
Segurança	30	8,5	83	13,8	27	13,0	140
Insegurança leve	57	16,1	164	27,2	42	20,2	263
Insegurança moderada	146	41,4	235	39,1	75	36,1	456
Insegurança grave	120	34,0	120	19,9	64	30,7	304
Total	353	100,0	602	100,0	208	100,0	1 163

^a $p < 0,001$; ^b $p < 0,001$.

lidades, que não ocorreu associação significativa entre (in)segurança alimentar e estado de nutrição.

Em relação ao grupo de 20 a 39 anos de idade, as maiores freqüências de normalidade pelo IMC foram encontradas nas condições de insegurança moderada (Gameleira) e insegurança grave (São João do Tigre): 66,7% e 63,4%, respectivamente. Por outra parte, as maiores ocorrências das duas condições conjuntas (sobrepeso/

obesidade) foram assinaladas nas classificações de segurança alimentar ou insegurança leve, principalmente em São João do Tigre, aonde chegou a 57,0% das amostras analisadas. Não foi encontrada associação estatística entre o estado de nutrição e a classificação da insegurança alimentar em Gameleira. No entanto, observou-se associação estatística ($p < 0,001$) nos resultados de São João do Tigre (Tabela 4).

Tabela 2. Classificação nutricional, segundo o índice de massa corporal de adolescentes e adultos, dos Municípios da Gameleira (PE) e de São João do Tigre (PB), 2005.

IMC	10-19 anos		20-39 anos		≥40anos		Total n
	n	%	n	%	n	%	
<i>Gameleira (PE)^a</i>							
Baixo peso	29	7,3	17	3,4	6	2,8	52
Normalidade	343	86,8	319	64,2	110	51,6	772
Sobrepeso	16	4,1	110	22,1	62	29,2	188
Obesidade	7	1,8	51	10,3	35	16,4	93
Total	395	100,0	497	100,0	213	100,0	1 105
<i>São João do Tigre (PB)^b</i>							
Baixo peso	9	3,6	12	3,4	2	1,6	23
Normalidade	210	84,0	185	52,3	49	39,8	444
Sobrepeso	25	10,0	125	35,3	58	47,2	208
Obesidade	6	2,4	32	9,0	14	11,4	52
Total	250	100,0	354	100,0	123	100,0	727

^a $p < 0,001$; ^b $p < 0,001$.

Tabela 3. Relação entre categorias de (in)segurança alimentar e estado nutricional de adolescentes dos municípios da Gameleira (PE) e São João do Tigre (PB), 2005.

(In)Segurança alimentar	Percentis						Total n
	<5		≥5 a <85		≥85		
	n	%	n	%	n	%	
<i>Gameleira (PE)^a</i>							
Segurança	2	6,7	25	83,3	3	10,0	30
Insegurança leve	2	3,9	46	90,2	3	5,9	51
Insegurança moderada	8	6,6	107	87,7	7	5,7	122
Insegurança grave	17	8,9	165	85,9	10	5,2	192
Total	29	7,3	343	86,8	23	5,9	395
<i>São João do Tigre (PB)^b</i>							
Segurança	0	0,0	17	89,5	2	10,5	19
Insegurança leve	0	0,0	38	92,7	3	7,3	41
Insegurança moderada	6	5,6	83	77,6	18	16,8	107
Insegurança grave	3	3,6	72	86,8	8	9,6	83
Total	9	3,6	210	84,0	31	12,4	250

χ^2 de tendência linear ($p < 85$ vs $p \geq 85$): ^a $p = 0,40$ e ^b $p = 0,90$.

No que concerne às pessoas com 40 anos e mais, enquadradas na categoria de segurança alimentar, a condição nutricional de maior ocorrência foi o binômio sobrepeso/obesidade, agrupado acima do $IMC \geq 25,0$ kg/m^2 : 64,0% em Gameleira e 71,4% em São João do Tigre. Na condição de insegurança moderada e grave, nos dois municípios, o déficit da relação peso/altura, expresso em

IMC abaixo de $18,5$ kg/m^2 , variou entre 0 (zero) e 5,9%. No caso de Gameleira, encontrou-se uma associação estatisticamente significativa ($p=0,01$) entre níveis de (in)segurança alimentar e estado nutricional dos adultos com 40 ou mais anos de idade. Esta associação não foi encontrada nos resultados de São João do Tigre (Tabela 5).

Tabela 4. Relação entre categorias de (in)segurança alimentar e estado nutricional de adultos de 20-39 anos dos municípios da Gameleira (PE) e São João do Tigre (PB), 2005.

(In)Segurança alimentar	Índice de massa corporal						Total n
	<18,5		$\geq 18,5$ a <25,0		$\geq 25,0$		
	n	%	n	%	n	%	
<i>Gameleira (PE)^a</i>							
Segurança	3	6,1	28	57,1	18	36,8	49
Insegurança leve	2	2,5	47	59,5	30	38,0	79
Insegurança moderada	5	2,6	128	66,7	59	30,7	192
Insegurança grave	7	4,0	116	65,5	54	30,5	177
Total	17	3,4	319	64,2	161	32,4	497
<i>São João do Tigre (PB)^b</i>							
Segurança	1	2,0	20	40,9	28	57,1	49
Insegurança leve	1	1,1	39	41,5	54	57,4	94
Insegurança moderada	6	4,3	81	57,9	53	37,8	140
Insegurança grave	4	5,6	45	63,4	22	31,0	71
Total	12	3,4	185	52,2	157	44,4	354

χ^2 de tendência linear ($IMC < 25,0$ vs $IMC \geq 25,0$): ^a $p=0,23$ e ^b $p < 0,001$.

Tabela 5. Relação entre categorias de (in)segurança alimentar e estado nutricional de adultos ≥ 40 anos dos municípios da Gameleira (PE) e São João do Tigre (PB), 2005.

(In)Segurança alimentar	Índice de massa corporal						Total n
	<18,5		$\geq 18,5$ a <24,9		$\geq 25,0$		
	n	%	n	%	n	%	
<i>Gameleira (PE)^a</i>							
Segurança	0	0,0	9	36,0	16	64,0	25
Insegurança leve	1	3,6	13	46,4	14	50,0	28
Insegurança moderada	0	0,0	40	53,3	35	46,7	75
Insegurança grave	5	5,9	48	56,5	32	37,6	85
Total	6	2,8	110	51,6	97	45,6	213
<i>São João do Tigre (PB)^b</i>							
Segurança	0	0,0	4	28,6	10	71,4	14
Insegurança leve	1	4,3	10	43,5	12	52,2	23
Insegurança moderada	0	0,0	19	39,6	29	60,4	48
Insegurança grave	1	2,6	16	42,1	21	55,3	38
Total	2	1,6	49	39,8	72	58,5	123

χ^2 de tendência linear ($IMC < 25,0$ vs $IMC \geq 25,0$): ^a $p=0,01$ e ^b $p=0,45$.

DISCUSSÃO

Os resultados marcadamente conflitivos deste estudo põem em relevo pelo menos três aspectos cruciais da (in)segurança alimentar e nutricional: o próprio conceito de Segurança Alimentar e Nutricional em sua versão mais atual; o instrumento de sua avaliação e, por fim, a propriedade de sua aplicação nos marcos convencionais da epidemiologia centrada no enfoque quantitativo. É pertinente ressaltar o pensamento dominante até o final do século passado, expresso como consenso no simpósio em Berkeley, em 1987²¹: sendo “a fome uma percepção subjetiva e, portanto, uma condição não mensurável diretamente”, e que deveria ser estudada de forma indireta, recorrendo-se a variáveis correlacionadas ao problema. Contrapondo-se a essa postulação, Radimer *et al.*¹⁰ desenvolveram um protótipo de questionário, mediante demoradas entrevistas com 32 mulheres reconhecidamente pobres dos Estados Unidos, que tiveram experiências repetidas e marcantes com as privações do consumo alimentar, as estratégias pessoais para enfrentar situações críticas, modificando as cestas de compra, limitando ou substituindo itens de consumo, escalonando os sacrifícios individuais de cada membro da família a partir de si próprios, de modo a preservar ao máximo a alimentação dos filhos menores e dos adolescentes. Foi esse processo que ofereceu o suporte observacional para a concepção e a construção do método de avaliação da (in)segurança alimentar, baseado na vivência com o desafio físico, econômico e psicológico da fome, como destaca a análise de Marin-Léon *et al.*²¹.

De fato, parece paradoxal que, em comunidades reconhecidamente pobres, com Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) dos mais baixos da Região e do próprio País, nos quais a insegurança alimentar chega a quase 90% das famílias, com predominância das formas moderadas e graves, o estado nutricional de adolescentes e adultos apareça, comparativamente, como um dos melhores do Brasil. Dois outros contrastes: entre os adolescentes dos dois municípios, em cujas

famílias foram detectadas as maiores freqüências de insegurança alimentar grave e moderada, entre as três faixas etárias comparadas, a freqüência de normalidade antropométrica se torna até superior aos valores de populações consideradas como padrão para definição do próprio critério internacional de normalidade. Assim, em Gameleira e em São João do Tigre, 86,8% e 84,0%, respectivamente, dos adolescentes foram classificados como eutróficos segundo o IMC, enquanto nos modelos normativos dos padrões de referência esta condição seria de 80,0%. Em relação aos adultos, as proporções de baixo peso (IMC < 18,5 kg/m²) nas duas populações estudadas se situam dentro de valores previstos para países ou populações com os melhores padrões nutricionais. Coloca-se, assim, a questão: como considerar a coexistência da pobreza e da insegurança alimentar em escalas tão elevadas com patamares tão baixos de desnutrição e até com vantagens comparativas em relação aos indicadores internacionais? Ou, com resultados nos quais o que pontifica não são os *déficits*, mas, justamente, o contrário, configurado na ocorrência de sobre peso/obesidade?

Antes de tudo, é oportuno refletir sobre as ponderações de Monteiro²² discutindo as diferenças entre pobreza, fome e desnutrição, conceitos freqüentemente usados como simples sinônimos. No ideograma que ilustra sua análise, desenha-se um espaço em que desnutrição e pobreza seriam conjuntos da mesma ordem de grandeza, embora não coincidentes como duas ocorrências sobrepostas. Já a fome, que poderia ser assumida como a versão leiga da insegurança alimentar, ocuparia, relativamente, o menor espaço na representação gráfica do modelo. Na realidade, em cada população em cada tempo, em cada espaço geográfico e segundo cada método de avaliação, os três aspectos e suas respectivas dimensões podem apresentar notáveis diferenças entre si, ainda que, em princípio, os conceitos e suas medidas ou representações devam aparecer estatisticamente associados.

Nos resultados aqui expostos esta associação idealizada não existe. Ou melhor, nas raras

situações em que aparece (caso dos adultos de 20 a 39 anos em São João do Tigre e do grupo de 40 anos e mais em Gameleira) a diferenciação estatística não resulta da hipótese que estaria sendo considerada (o baixo peso), mas do efeito matemático na distribuição do estado nutricional produzido pela elevada e discriminante proporção de sobrepeso/obesidade. Ou seja, na direção oposta ao conceito mais usual da insegurança alimentar em populações sob condições de vida muito precárias.

A relação entre segurança alimentar e estado nutricional das duas populações aqui avaliadas, tendo como traço comum o baixo IDH em ecossistemas físicos e econômicos bem diferentes, oferece uma oportunidade singular para analisar certos aspectos aparentemente surpreendentes da situação nutricional da região Nordeste, do próprio Brasil. Nessa perspectiva, chama-se a atenção para o fato de que, representando situações bem diferenciadas (a Zona da Mata e o chamado Sertão seco) as condições socioeconômicas, a elevadíssima ocorrência de insegurança alimentar e o estado nutricional de adolescentes e adultos sejam bem comparáveis entre estas áreas geográficas. Ademais, passam a se aproximar bastante do quadro epidemiológico referente à situação nutricional da população adulta de todo o País e, possivelmente, da situação dos adolescentes, um segmento biológico ainda pouco estudado no Brasil.

A partir de observações ecológicas ressalta-se que, mesmo sem atingir a escala de proporção dos dois municípios estudados, a frequência de insegurança alimentar no Brasil e em suas diferentes regiões¹² não se associa à prevalência de desnutrição de adultos ou de crianças^{16,17,22,23}. De fato, generaliza-se a observação de que a desnutrição energético-protéica (DEP), avaliada pela relação peso/altura, acha-se praticamente controlada, em termos epidemiológicos, em todo o País, e isto se aplicaria até mesmo para espaços territoriais crucialmente pobres, como no caso do presente estudo. Esta nova situação conduz a conclusões inusitadas, como assinalou Batista Filho²⁴ ao observar que a maior ocorrência de

normalidade antropométrica em adultos no Brasil, em função do IMC, se manifestava exatamente no espaço geográfico mais pobre: a zona semi-árida do Nordeste. Quadro semelhante acontece agora com os resultados do presente estudo, particularizando-se a observação de que, entre adolescentes da Gameleira e de São João do Tigre, a proporção de normalidade se torna, inclusive, superior aos valores estudados, aceitos e recomendados como padrões internacionais de referência²⁵.

É evidente que esse registro deve ser devidamente ponderado. Trata-se de um momento peculiar do rápido processo de transição que agora se estende aos espaços geográficos e aos estratos socioeconômicos mais pobres e se desloca de forma diferenciada por segmentos biológicos de vulnerabilidade também distinta, dos adolescentes aos adultos. Assim, verifica-se que, na amostra de 40 anos e mais, a proporção de sobrepeso/obesidade se equivale (45,6% em Gameleira) ou até se sobrepõe (58,5% em São João do Tigre) à encontrada nos adultos do Nordeste ou do Brasil. Esta situação se estende às três categorias de insegurança alimentar: leve, moderada e grave. A proporção de sobrepeso/obesidade decai com a faixa desde os 40 anos e mais e, finalmente, se enquadra em parâmetros plenamente satisfatórios para populações saudáveis entre os adolescentes.

A singularidade da situação, destacando os resultados notavelmente favoráveis na faixa de 10 a 19 anos, mesmo em termos de padrões internacionais de normalidade, poderia ser explicada como um momento provavelmente rápido no trânsito dos perfis epidemiológicos que estão se sucedendo, nos últimos 25 anos. Entre os adolescentes, praticamente, está desaparecendo o baixo peso e ainda não se manifestou o problema do sobrepeso/obesidade: 5,9% em Gameleira e 12,4% em São João do Tigre, quando se toleraria, pelos critérios e pontos de corte adotados, uma ocorrência de 15,0% em populações consideradas padrões²⁶. Esta situação, caracteristicamente transitória, constitui um fator importante no con-

flito de resultados entre a avaliação da (in)segurança alimentar e a avaliação do estado nutricional de adolescentes e adultos.

É oportuno e pertinente considerar as limitações do próprio instrumento de avaliação da insegurança alimentar. Oriundos, a partir do estudo de Radimer *et al.*¹⁰, de vivências relatadas e analisadas, de um grupo seletivo de mulheres americanas que sofreram as marcantes adversidades da pobreza extrema em um país consumista e de economia extremamente competitiva, a escala de Cornell^{10,27,28} e os instrumentos que a sucederam, incluindo a escala brasileira de insegurança alimentar, resgatam um componente subjetivo crucialmente impressionista - a vivência da fome, do desemprego, dos riscos de necessidades insatisfeitas, inclusive em relação ao acesso aos alimentos no dia a dia, nas semanas e nos meses seguintes, bem como as diferentes e traumáticas estratégias de sobrevivência nesse contexto de insegurança econômica, alimentar e emocional. Estas vivências e apreensões, impressas na formulação conceitual e metodológica do instrumento de medida de SAN, se tornariam, compreensivelmente, maiores e mais duradouras que a realidade da insegurança alimentar e, sobretudo, bem maior que sua expressão orgânica - a carência nutricional propriamente dita, em sua representação mais paradigmática, a desnutrição energético-protéica. Em outras palavras: a insegurança alimentar, no caso que está sendo aqui analisado e, provavelmente, no caso do Nordeste e até do Brasil como um todo, deve ser entendida mais na abordagem psicossocial ou antropológica do que no enfoque epidemiológico da DEP. Em relação a esse enfoque, é oportuno referir que os estudos demonstram que a deficiência de macronutrientes, representada em sua manifestação mais visível, já não constitui aspecto dominante da realidade nutricional no Brasil: a endemia da DEP foi ou está sendo rapidamente substituída pela epidemia da obesidade. E nessa nova conjuntura, a insegurança alimentar se dissocia do risco dos *déficits* nutricionais em escala macro, sobrando como espaço de estudo a questão dos micronutrientes, que será observada em futuros trabalhos, na

mesma linha de validação da escala brasileira de insegurança alimentar.

Dois desdobramentos complementares do parágrafo anterior. É importante considerar que, nas localidades aqui estudadas, ao lado da condição estrutural de pobreza, se somam os efeitos conjunturais do desemprego em massa no período de entressafra da cana (abril/agosto) e das secas do semi-árido (setembro/janeiro, que podem se prolongar por períodos bem maiores). São momentos que criam insegurança permanente para as populações de baixa renda dos dois espaços geográficos. Isto, evidentemente, pode se refletir no estado de espírito da população, da qual cerca de 80% se acham dentro da linha de pobreza absoluta. Outro fator importante consiste em observar que, sob a cobertura do Programa Bolsa Família, se encontram mais de 75% das amostras estudadas nos dois municípios²⁹. Considerando-se que mais 10% seriam beneficiárias no Programa de Erradicação do Trabalho Infantil (PETI), isto resulta em uma cobertura de 75% a 90% de toda a população, valor que se compatibiliza com a frequência de insegurança alimentar, atingindo 88% dos entrevistados. Assim, seria razoável supor que as próprias respostas ao questionário passariam a ser influenciadas pela condição de beneficiários dos programas sociais da grande maioria das famílias, de tal modo que suas declarações pudessem justificar ou legitimar os auxílios recebidos desses programas.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/Agronegócio pelo financiamento (Processo 502952/03-2, 502955/03-1 e 505808/04-8) e pela Bolsa de Produtividade em Pesquisa dos Professores Pedro Lira e Malaquias Batista Filho, aos Técnicos das Prefeituras das cidades da Gameleira e São João do Tigre, à equipe de campo e a todas as famílias, pelo apoio e colaboração.

COLABORADORES

J.S. OLIVEIRA, P.I.C. LIRA e I.C.L. VERAS participaram de todas as etapas: revisão bibliográfica,

elaboração dos instrumentos, delineamento do estudo, coleta, processamento e análise de dados e redação do manuscrito. S.R. MAIA participou de todas as etapas do trabalho e coordenou o processamento dos dados. M.C.C. LEMOS e M.J. VIANA JUNIOR participaram da revisão bibliográfica, do delineamento do estudo e da redação do manuscrito. S.L.L.S. ANDRADE, F.C.L. PINTO, V.S. LEAL e M. BATISTA FILHO participaram da revisão bibliográfica, da elaboração dos instrumentos, do delineamento do estudo, do processamento e da análise de dados e da redação do manuscrito.

FINANCIAMENTO

Este estudo faz parte dos projetos: "Avaliação da situação alimentar e nutricional e seus fatores determinantes em conglomerados urbanos e rurais da zona da mata do estado de Pernambuco"; "Avaliação da situação alimentar e nutricional e seus fatores determinantes em conglomerados urbanos e rurais do semi-árido do estado da Paraíba" e "Avaliação da (In)segurança alimentar em áreas de marcante instabilidade social e econômica do Nordeste". Apoio Financeiro: Ministério da Ciência e Tecnologia, Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, a partir do Edital MCT/MESA/CNPq/CT-Agro-negócio 01/2003 (processos: CNPq nº 502952/2003-2, CNPq nº 502955/2003-1 e CNPq nº 505808/2004-8, respectivamente).

REFERÊNCIAS

1. Brasil. Conselho Nacional de Segurança Alimentar. Princípios e diretrizes de uma política nacional de segurança alimentar e nutricional. Texto de referência da II Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. Brasília: CONSEA; 2004.
2. Brasil. Ministério das Relações Exteriores. A segurança alimentar e nutricional e o direito humano à alimentação no Brasil. Brasília: IPEA; 2002.
3. Organización de las Naciones Unidas para La Agricultura y la Alimentación. Conferencia Mundial de los Alimentos. Roma: FAO; 1974.
4. Declaração de Alma-Ata. Conferência Internacional sobre Cuidados Primários de Saúde; 1978 6-12 set. Brasília: Ministério da Saúde; 2002.
5. Fundo das Nações Unidas para a Infância. Estratégia para melhorar a nutrição de crianças e mulheres nos países em desenvolvimento. New York: UNICEF; 1990.
6. Food and Agriculture Organization. Declaração de Roma sobre Segurança Alimentar Mundial e Plano de Ação da Cúpula Mundial da Alimentação. Roma: FAO; 1996.
7. World Health Organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. Geneva: WHO; 2003. WHO Technical Report Series, 916.
8. Barreto SM, Pinheiro ARO, Sichieri R, Monteiro CA, Batista Filho B, Schmidt MI, et al. Análise da estratégia global para alimentação, atividade física e saúde da Organização Mundial da Saúde. *Epidemiol Serv Saúde*. 2005; 14(1):41-68.
9. Pérez-Escamilla R. Experiência internacional com a escala de percepção da insegurança alimentar. *Cad Estud Desenv Soc Debate*. 2005; 2(1):14-27.
10. Radimer KL, Olson CM, Greene JC, Campbell CC, Habicht JP. Understanding hunger and developing indicator to assess it in women and children. *J Nutr Educ*. 1992; 24(1 Suppl):36-44.
11. Radimer KL. Measurement of household food security in the USA and others industrialised countries. *Public Health Nutr*. 2002; 5(6a):859-64.
12. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. Segurança Alimentar: 2004. Rio de Janeiro: IBGE; 2006.
13. Segall-Corrêa AM, Pérez-Escamilla R, Maranhã LK, Sampaio MFA, Yuyama L, Alencar F, et al. Projeto: acompanhamento e avaliação da segurança alimentar de famílias brasileiras: validação de metodologia e de instrumento de coleta de informação: relatório técnico. Brasília: Ministério de Saúde; 2003.
14. Segall-Corrêa AM, Marin-Léon L, Helito H, Pérez-Escamilla R, Santos LMP, Paes-Sousa R. Transferência de renda e segurança alimentar no Brasil: análise dos dados nacionais. *Rev Nutr*. 2008; 21 (Suppl):39-51.
15. Mondini L, Monteiro CA. Relevância epidemiológica da desnutrição e da obesidade em distintas classes sociais: métodos de estudo e aplicação à população brasileira. *Rev Bras Epidemiol*. 1998; 1(1):28-39.
16. Batista Filho M, Miglioli TC. Alimentação e nutrição no nordeste do Brasil. Recife: Ed. Linceu; 2006. Série Publicações Científicas Instituto Materno Infantil Prof. Fernando Figueira IMIP, n.12.
17. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) 2002-2003.

- Análise da disponibilidade domiciliar de alimentos e do estado nutricional no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE; 2004.
18. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. População residente. 2000 [acesso 2008 abr 18]. Disponível em: <<http://www.datasus.gov.br/cgi/ibge/popmap.htm>>.
 19. Pinto FCL. Segurança alimentar e nutricional: o Programa Bolsa Família na realidade de um município da Zona da Mata Pernambucana [dissertação]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2007.
 20. World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva: WHO; 1995. Technical Report Series, 854.
 21. Marín-Léon L, Segal-Corrêa AM, Panigassi G, Maranhã LK, Sampaio MFA, Pérez-Escamilla R. A percepção de insegurança alimentar em famílias com idosos em Campinas, São Paulo, Brasil. *Cad Saúde Pública*. 2005; 21(5):1433-40.
 22. Monteiro CA. A dimensão da pobreza, da desnutrição e da fome no Brasil. *Estud Av*. 2003; 48(17): 7-20.
 23. Brasil. Ministério do Desenvolvimento Social. Chamada nutricional: um estudo sobre a situação nutricional das crianças do semi-árido brasileiro, Brasília. *Cad Est Desenv Soc Debate*. 2006; (4):116.
 24. Batista Filho M. Sustentabilidade alimentar do semi-árido brasileiro. Recife: Ed. Linceu; 2005. Série Publicações Científicas Instituto Materno Infantil Prof. Fernando Figueira, n.11.
 25. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*. 2000; 320(1):1240-3.
 26. De Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Org*. 2007; 85: 660-7.
 27. Wehler CA, Scott RR, Anderson J. The Community Childhood Hunger Identification Project: A model of domestic hunger-demonstration project in Seattle, Washington. *J Nutr Educ*. 1992; 24(1): 29-35.
 28. Campbell CC. Food security: a nutritional outcome or a predictor variable? *J Nutr*. 1991; 121(1): 408-15.
 29. Lira PIC, Batista Filho M. Alimentação, saúde e nutrição de conglomerados urbanos e rurais da zona da mata (PE) e do semi-árido (PB): relatórios técnicos ao CNPq. Recife: UFPE; 2006

Recebido em: 16/8/2007

Versão final reapresentada em: 25/9/2008

Aprovado em: 9/2/2009

Influência da desnutrição promovida pela dieta básica regional sobre o perfil de ácidos graxos do leite materno, o crescimento e o desenvolvimento de ratos jovens¹

Malnutrition promoted by a basic regional diet alters the fatty acid profile of breast milk, and the growth and development of rat pups

Amanda Santos de SOUZA²

Luciana da Camara PACHECO³

Priscila da Silva CASTRO³

Maria das Graças TAVARES DO CARMO²

RESUMO

Objetivo

Avaliar os efeitos do consumo da Dieta Básica Regional e da reabilitação nutricional, durante os períodos críticos de crescimento e desenvolvimento de ratos, sobre a evolução da sua massa corporal e tecidual, bem como o consumo alimentar de mães durante a gestação e lactação e de seus filhotes, machos e fêmeas, até 70 dias de vida. Adicionalmente, verificou-se o percentual dos ácidos graxos nas dietas experimentais e no leite materno.

Métodos

Foram utilizados ratos Wistar, de ambos os sexos. Após a constatação da prenhez, as ratas foram divididas em três grupos. 1) Grupo controle, animais alimentados com ração comercial durante o período de gestação e lactação (mães e filhotes) e, após o desmame, os filhotes até 70 dias de vida; 2) Grupo desnutrido, animais alimentados com ração Dieta Básica Regional durante o mesmo período descrito para o grupo controle e 3) Grupo recuperado, animais alimentados com ração Dieta Básica Regional durante o período de gestação e

¹ Artigo elaborado a partir de dissertação de A.S. SOUZA, intitulada “Conseqüências da desnutrição na distribuição relativa de ácidos graxos de cadeia longa do sistema nervoso central e no comportamento cognitivo de ratos”. Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2006.

² Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro de Ciências da Saúde, Instituto de Nutrição Josué de Castro, Laboratório de Bioquímica Nutricional. Bloco J, Sala J2-021, Cidade Universitária, 21941-902, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: M.G. TAVARES DO CARMO. E-mail: <tcarmo@editema.com.br>.

³ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro de Ciências da Saúde, Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Laboratório de Neurobiologia da Retina. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

lactação e os filhotes, após o desmame, alimentados com ração comercial até 70 dias de vida. Os animais foram monitorados diariamente, aferindo-se a massa corporal e o consumo alimentar. Os filhotes com 70 dias de vida foram sacrificados por decapitação e o cérebro, o coração, o fígado e os rins foram retirados e pesados. Os animais receberam água e ração *ad libitum* e foram mantidos em biotério com temperatura e luminosidade controladas. Os testes estatísticos utilizados foram o teste *t* de Student, a Análise de Variância e o pós-teste de Bonferroni.

Resultados

Foram encontradas alterações importantes no percentual de ácidos graxos essenciais na Dieta Básica Regional, assim como no leite materno das mães desnutridas. O ganho de peso das mães desnutridas e de seus respectivos filhotes, tanto machos quanto fêmeas, foi menor que o de animais controle desde a lactação até o final do experimento. As fêmeas recuperadas apresentaram valores de massa corporal estatisticamente semelhantes aos do grupo controle, o que não foi observado nos filhotes machos do grupo recuperado.

Conclusão

O comprometimento da massa corporal materna durante a lactação e o déficit na taxa de crescimento dos filhotes, machos e fêmeas, se deveram à ingestão da Dieta Básica Regional multideficiente. A diminuição dos teores de ácidos graxos específicos do leite materno poderia, ainda que não completamente, justificar o déficit de crescimento observado.

Termos de indexação: Ácidos graxos. Alimentação básica. Crescimento. Desnutrição. Estudos experimentais. Leite materno.

ABSTRACT

Objective

The aim of this study was to assess the effects of a basic regional diet and nutritional rehabilitation during the critical growth and development periods of rat pups and their effects on body weight and tissue mass gain; to assess food intakes of dams during gestation and lactation and of male and female pups until they were 70 days old; and to assess the percentages of fatty acids in experimental diets and breast milk.

Methods

*Male and female Wistar rats were used. After mating, pregnant rats were divided into three groups: 1) Control group, consisting of dams from the beginning of pregnancy (21 days) and pups from birth until they were 70 days old (totaling 91 days) fed commercial lab chow; 2) Malnourished group, consisting of dams and pups fed the regional basic diet chow for the same 91 days; and 3) rehabilitated group, consisting of dams fed the regional basic diet during pregnancy and lactation and pups fed commercial lab chow after weaning (at 21 days) until they were 70 days old. The animals received food and water *ad libitum* and were maintained in a room with controlled temperature and lighting conditions. The animals were monitored daily to record body weight and food intake. At 70 days, the offspring were killed by decapitation and the brain, heart, kidneys and liver were removed and weighed. The results were analyzed using the Student's *t*-test, analysis of variance and Bonferroni post hoc test.*

Results

Important changes were observed in the percentages of essential fatty acids in the regional basic diet as well as in the milk of malnourished dams. Weight gains of malnourished dams and male and female offspring were lower than those of the controls' from the lactation period until the end of experiment. No differences in body weight were found between the females of the rehabilitated and control groups, but the weight of the male offspring of both groups differed.

Conclusion

The impaired body weight gain of the dams during lactation and the deficient growth rate of the male and female pups were due to the basic regional diet which lacked many nutrients. The decreased amounts of specific fatty acids in breast milk could partially justify the observed growth deficit.

Indexing terms: *Fatty acid. Staple food. Growth. Malnutrition. Experimental studies. Breast milk.*

INTRODUÇÃO

A desnutrição materna é um fator que contribui significativamente para os elevados índices de mortalidade perinatal e infantil. De acordo com a Organização Mundial da Saúde e a Organização Pan-Americana de Saúde, aproximadamente 174 milhões de crianças abaixo de cinco anos são desnutridas e em muitos países, como na África e no Sul da Ásia, existe alta prevalência de desnutrição em mulheres em idade reprodutiva. No Brasil, estima-se que o número de desnutridos seja maior em áreas rurais, principalmente na Região Nordeste¹. As conseqüências clínicas da desnutrição dependem de vários fatores, incluindo o grau de severidade e a duração das deficiências nutricionais².

A ingestão materna de dietas nutricionalmente deficientes durante a gravidez e/ou lactação ocasiona efeitos deletérios na prole³, principalmente durante o desenvolvimento do Sistema Nervoso Central². Estudos mostraram que alimentar ratas durante a gravidez e a lactação com dietas deficientes em proteína diminui o tamanho da ninhada e a massa corporal de filhotes^{4,5}. Hipoplasia e atrofia de tecidos podem ocorrer na deficiência protéico-energética e, dessa forma há diminuição do tamanho corporal e de órgãos^{6,7}. Muitos dos efeitos da má nutrição pré-natal e pós-natal são permanentes, ainda que algum grau de melhoramento possa ser produzido por exposição a diferentes estímulos, inclusive ambiental e nutricional².

A Dieta Básica Regional (DBR) constitui a base da alimentação diária da população desfavorecida da Zona da Mata de Pernambuco. A DBR corresponde a uma dieta multideficiente, pois contém cerca de 8% de proteínas dos quais a maior proporção é de origem vegetal e 1% de lipídios. Os ingredientes da dieta (g/g%) são farinha de mandioca (64,81), feijão mulatinho (18,34), batata-doce (12,76) e carne seca (3,74) que foram cozidos, desidratados à 60°C e moidos. A DBR tem sido considerada um modelo adequado para estudar os efeitos da desnutrição materna e na prole⁸.

O crescimento e o desenvolvimento dos neonatos estão diretamente relacionados à qualidade e à quantidade do leite materno por eles consumido⁹. Entre os macronutrientes presentes no leite materno de várias espécies, os lipídios exercem funções de grande relevância, fornecendo 50,0% a 60,0% do total de energia contida nesta fonte alimentar essencial para o neonato. Triglicerídeos constituem 98% dos lipídios presentes, enquanto fosfolipídios 1,0% e colesterol e seus ésteres 0,5%^{9,10}.

Os Ácidos Graxos (AG) que compõem os triglicerídeos do leite materno podem ter distintas origens, tais como: dietética, síntese hepática, circulação (ácidos graxos livres liberados do tecido adiposo após lipólise) ou nova síntese pela glândula mamária. Aproximadamente 30% dos AG do leite derivam diretamente da ingestão dietética^{11,12}. Os AG sintetizados na glândula mamária são principalmente de cadeia média (C10:0, C12:0 e C14:0)¹¹ e compreendem cerca de 10,0% a 12,0% do conteúdo total de AG do leite^{11,12}. Esse tipo de AG representa uma fonte energética de fácil absorção para o lactente¹³. Dietas hipolipídicas e ricas em carboidratos aumentam a síntese destes AG na glândula mamária¹¹. Alguns dos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa (AGPI-CL), tais como o araquidônico (AA, C20:4 *n*-6) e o derivado do ácido graxo essencial α -linolênico, o ácido graxo docosahexaenóico (DHA, C22:6 *n*-3), também são encontrados no leite, ainda que em menor porcentagem¹⁴. Na maioria da população Ocidental a concentração média de ácido graxo docosahexaenóico no leite humano está entre 0,2 e 0,4% e este conteúdo é influenciado pela dieta materna¹¹. Esses ácidos graxos são necessários para o desenvolvimento cerebral do neonato, pois participam da mielinização, da proliferação celular e da função retiniana^{11,14}.

Não foram encontrados na literatura estudos demonstrando o perfil dos ácidos graxos no leite de animais tratados com a Dieta Básica Regional durante a gestação e a lactação, assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos

da desnutrição promovida pelo consumo de Dieta Básica Regional e da reabilitação nutricional, durante a gestação, a lactação e até 70 dias de vida pós-natal sobre a evolução da massa corporal, da massa dos tecidos cerebrais, cardíacos, hepáticos e renais, bem como sobre o consumo alimentar, de ratas gestantes e lactantes e de seus filhotes até 70 dias de vida. Adicionalmente, verificou-se o percentual dos ácidos graxos nas dietas experimentais e no leite materno.

MÉTODOS

Foram utilizados 133 ratos albinos de linhagem Wistar de ambos os sexos, provenientes do biotério de roedores do Instituto de Nutrição da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). A manipulação e o sacrifício dos animais seguiram as normas estabelecidas pela Sociedade Brasileira de Neurociências e Comportamento (SBNeC) e foram aprovadas pela comissão de uso de animais experimentais do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho. Ratas jovens, nulíparas foram submetidas ao acasalamento com ratos de mesma linhagem e origem. A provável prenhez das ratas foi detectada a partir da visualização de espermatozoides na secreção vaginal e a partir deste momento as ratas receberam suas respectivas rações. Ao nascimento, a ninhada foi reduzida a oito filhotes. A mãe do grupo desnutrido que apresentasse comportamento de canibalismo, ou seja, ingerir os filhotes, era descartada e se iniciava um novo acasalamento. Os animais receberam água e ração *ad libitum* e foram mantidos em biotério com temperatura de 24°C (com variação de 2°C) e ciclo claro-escuro de 12 em 12 horas.

As ratas grávidas foram subdivididas em três grupos experimentais, a saber: 1) Grupo Controle (GC), animais alimentados com ração comercial (Tabela 1) durante o período de gestação e lactação (mães e filhotes) e, após o desmame, os filhotes até 70 dias de vida; 2) Grupo Desnutrido (GD), animais alimentados com ração Dieta Básica Regional durante o mesmo período descrito para o GC e 3) Grupo Recuperado (GR), animais alimen-

tados com ração DBR durante o período de gestação e lactação, e os filhotes após o desmame, alimentados com ração comercial até 70 dias de vida. Durante o período de ensaio, os animais foram monitorados diariamente, aferindo-se a massa corporal e estimando-se o consumo alimentar pela pesagem da ração antes e após a oferta ao animal, calculando-se então a diferença entre esses valores. Os filhotes com 70 dias de vida foram sacrificados por decapitação e o cérebro, o coração, o fígado, o rim direito e o esquerdo foram retirados e pesados em balança digital Coleman modelo PW-1100.

A Dieta Básica Regional (DBR), identificada por inquérito de frequência de consumo alimentar, realizado pelo Setor de Nutrição Humana da Universidade Federal de Pernambuco, foi confeccionada no laboratório do Instituto de Nutrição da UFRJ, utilizando-se como ingredientes batata-doce (*Iponea batatas*), feijão mulatinho (*Phaseolus vulgaris*), farinha de mandioca (*Manihot esculenta*), carne seca (carne bovina salgada e prensada) e gordura da própria carne⁸. Os ingredientes (exceto a farinha de mandioca) foram cozidos e em seguida secos (desidratados) em estufa com circulação de ar (50-60°C), durante, aproximadamente, 24 horas. Em seguida, foram moídos e homogeneizados, acrescentando-se também a gordura do charque, que foi retirada antes do cozimento da carne. Desse modo, a carne foi cozida, seca e moída com o menor conteúdo possível de tecido adiposo. A gordura foi derretida e acrescentada na proporção preconizada pela fórmula. Após os componentes em pó serem homogeneizados fez-se uma pasta, acrescentando-se aos poucos, 845 Desvio-padrão - DP=50mL de água morna (de 40°C a 50°C) para o preparo de 1kg de ração. A massa foi então processada em uma masseira para obtenção de pequenos pedaços (*pellets*). Os *pellets* assim obtidos permaneceram em estufa com circulação de ar (50°C-60°C) durante, aproximadamente, 24 horas até a sua secagem e solidificação.

A DBR e a ração comercial apresentam em percentagem, respectivamente, os seguintes

nutrientes: proteínas (7,87 e 23,0), carboidratos (69,67 e 50,44), lipídios (0,8 e 5,0), fibras (7,21 e 10,0) e minerais (1,26 e 10,0), para um total de 317,36 e 338,76kcal. Nenhum suplemento vitamínico foi adicionado à dieta⁸.

Aos 14 dias de lactação, ratas lactantes do grupo controle (n=3) e desnutrido (n=4) foram anestesiadas intraperitonealmente com pentobarbital sódico (30mg/kg), e receberam ocitocina através das narinas (1mL/kg). O leite foi extraído por compressão manual das tetas, acondicionado em tubos plásticos e estocado a -70°C até a análise de seu conteúdo lipídico. Um total de 300 e 80µL de leite foi extraído de cada rata controle e desnutrida, respectivamente. Após a extração do leite materno as ratas foram sacrificadas por decapitação.

Os lipídios totais foram extraídos segundo Bligh & Dyer¹⁵. O leite (10µL para cada grupo experimental) e as dietas experimentais (200mg) foram pesados e homogeneizados com solução salina 0,9%. Ao homogenato foram adicionados 2 mL de metanol e 1mL de clorofórmio. Após agitação em intervalos de 5 em 5 minutos por um período de 2 horas, o homogenato foi centrifugado, durante 10 minutos, a 3000rpm e o sobrenadante armazenado em geladeira. Ao precipitado resultante no tubo foram adicionados novamente 2mL de metanol, 1mL de clorofórmio e 0,8mL de água, agitados de 5 em 5 minutos por 1 hora e centrifugados durante 10 minutos a 3000rpm. O sobrenadante foi extraído e misturado ao que permaneceu armazenado na geladeira, adicionado de 1mL de água e 1mL de clorofórmio. Após agitação por 30 segundos e centrifugação por 30 minutos a 3000rpm, a solução foi separada em duas fases: fase aquosa e fase orgânica que contém os lipídios totais. A fase orgânica foi extraída e seca sob corrente de nitrogênio. A amostra foi então pesada.

A metilação foi feita partindo-se de uma alíquota das amostras de lipídios, do leite ou das dietas experimentais, de acordo com a técnica descrita por Lepage & Roy¹⁶, que preconiza o seu tratamento com uma solução de 2mL de metanol-benzeno (4:1v/v) e 200µL de cloreto de acetila,

acrescentado sob leve agitação. A mistura final contendo os metil-ésteres de ácidos graxos foi estocada em freezer para análise posterior em cromatógrafo a gás.

Os ácidos graxos metilados foram quantificados por cromatografia gasosa em um cromatógrafo *Perkin Elmer Autosystem XL*, equipado com detector de chama ionizável, ligado a um *software Perkin Elmer Nelson* - EUA. Os ácidos graxos foram separados em coluna capilar SP-2330 (Supelco Inc., Bellefonte, PA) com 60mx0,32m de diâmetro interno. Os ésteres foram identificados por comparação com seu tempo de retenção com padrões conhecidos: E6013 *cis 5,8,11-Eicosatrienoic acid methyl ester* (MEAD), A9298 *Arachidonic acid methyl ester 99%*, L2626 *Linolenic acid methyl ester*, L1876 *Linoleic acid methyl ester*, D2659 *cis 4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoic acid methyl ester*, Supelco 37 *Component FAME Mix* (Sigma, Supelco e Nuchek).

Os resultados foram expressos como média e erro-padrão da média. A análise estatística utilizada foi o teste *t* de Student para comparar as variáveis entre o grupo controle e o desnutrido e a análise de variância ANOVA de uma via, para comparar os efeitos da recuperação nutricional entre os grupos. Para a comparação entre as médias dos resultados foi aplicado o pós-teste de Bonferroni, adotando-se como nível mínimo de significância o valor de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Os resultados apresentados na Tabela 1 correspondem ao percentual de ácidos graxos nas dietas consumidas pelos diferentes grupos experimentais durante o período de estudo. Na dieta Dieta Básica Regional observa-se que o somatório da concentração relativa de ácidos graxos saturados e monoinsaturados foi significativamente maior em relação à dieta controle. No entanto, em relação aos ácidos graxos poliinsaturados, a DBR apresentou valores percentuais significativamente menores. Observa-se também que o percentual do ácido graxo poliinsaturado essencial

da família *n*-3, alfa-linolênico, foi significativamente maior na DBR, enquanto que os teores de ácido poliinsaturado essencial da família *n*-6, linoléico, foi significativamente menor na dieta DBR. Isto pode ser explicado pelo fato de que a Dieta Básica Regional contém 18,34g de pó de feijão mulatinho, que possui uma grande concentração do ácido graxo alfa-linolênico, já a dieta comercial é preparada com óleo de soja, que é rico em ácido linoléico. Os ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa, como o araquí-

dônico e o ácido graxo docosahexaenóico, apresentaram valores percentuais abaixo de 0,50% e os valores encontrados não foram estatisticamente diferentes entre as dietas.

A Figura 1A apresenta os valores médios de consumo alimentar relativo (gramas de ração/100gramas de massa corporal). Observa-se que as mães desnutridas apresentaram consumo alimentar significativamente menor no primeiro e no último dia de gestação em relação ao grupo controle. Como consequência das poucas va-

Tabela 1. Percentual de ácidos graxos de dietas experimentais e do leite de ratas Wistar com 14 dias de lactação. Rio de Janeiro (RJ), 2006.

Ácidos graxos	Dieta comercial (5) ¹		Dieta básica regional (6) ¹		Leite controle (3) ¹		Leite desnutrido (4) ¹	
	M	ER	M	ER	M	ER	M	ER
C10:0	nd		0,22	0,02	nd		3,44	0,32
C11:0	nd			nd	0,16	0,02		nd
C12:0	0,13	0,01	0,49	0,04***	2,82	0,18	6,28	0,39***
C13:0	0,12	0,01	0,61	0,06*	0,13	0,01		nd
C14:0	3,13	0,30	5,38	0,54*	9,61	0,91	17,68	1,15***
C15:0	0,69	0,06	1,50	0,10	0,14	0,01	0,22	0,01**
C16:0	19,63	0,31	23,07	0,66***	17,12	0,26	28,22	2,05**
C17:0	0,14	0,01	0,45	0,04*	0,89	0,09	0,28	0,02***
C18:0	3,54	0,13	8,02	0,41***	5,22	0,50	9,11	0,99*
C22:0	nd			nd	0,28	0,03		nd
C23:0	nd		0,20	0,02	nd			nd
Σ saturados	27,41	0,85	39,37	0,78***	39,37	2,96	65,23	1,91***
C14:1	0,61	0,06	0,59	0,05	3,15	0,10	4,89	0,49*
C16:1	0,68	0,06	1,44	0,10*	0,20	0,01	1,61	0,08***
C17:1	nd		0,24	0,02	0,18	0,02	0,28	0,02*
C18:1 n-9 <i>trans</i>	0,36	0,03	0,43	0,04	nd			nd
C18:1 n-9 <i>cis</i>	20,87	1,01	23,85	0,80*	20,31	2,00	19,72	1,90
C20:1 n-9	nd		nd		0,10	0,01		nd
C24:1 n-9	nd		0,08	0,00	0,11	0,01		nd
Σ monoinsaturados	22,52	1,28	25,96	0,78*	24,01	2,07	26,43	2,73
C18:2 n-6 <i>cis</i>	45,48	1,15	19,66	0,85***	29,92	1,00	5,47	0,53***
C18:3 n-6	0,13	0,01	0,23	0,02***	0,20	0,00		nd
C20:2 n-6	2,87	0,20		nd	0,73	0,05		nd
C20:4 n-6 AA	0,31	0,03	0,44	0,04	1,81	0,04	0,63	0,06***
C22:4 n-6	nd		0,09	0,00	0,59	0,06		nd
Σ n-6	46,39	1,36	20,38	0,90***	33,00	0,85	6,14	0,63***
C18:3 n-3	2,87	0,09	11,44	0,57***	1,98	0,20	0,07	0,00***
C20:5 n-3 EPA	0,16	0,01	0,48	0,05***	0,18	0,01		nd
C22:5 n-3	0,21	0,02	0,16	0,01*	0,28	0,01		nd
C22:6 n-3 DHA	0,31	0,03	0,20	0,02	0,40	0,05	2,12	0,30***
Σ n-3	3,44	0,07	12,25	0,57***	2,84	0,30	2,19	0,29
C18:2 n-6/C18:3 n-3	15,91	0,39	1,75	0,13***	15,80	1,60	78,14	6,90***
n-6/n-3	13,49	0,19	1,69	0,11***	11,62	1,18	1,92	0,19***
Σ poliinsaturados	49,82	1,43	32,63	1,09***	35,84	1,09	8,33	0,86***

¹ quantidade de amostras utilizadas. nd: não detectado; AA: ácido araquidônico; EPA: ácido eicosapentaenóico; DHA: ácido docosahexaenóico. Valores representam a média (M) e o erro-padrão (ER) da média. A terceira coluna deve ser comparada com a segunda coluna e a quinta coluna deve ser comparada com a quarta coluna. **p*<0,05, ***p*<0,01 e ****p*<0,001 em relação a dieta comercial ou ao leite grupo controle segundo o teste *t*.

riações da ingestão alimentar materna entre os grupos, não houve diferença significativa na massa corporal materna entre o grupo controle e desnutrido durante a gestação (Figura 1B).

Observa-se diminuição significativa no consumo alimentar relativo nos dias 1, 14 e 21 de lactação nas mães do grupo desnutrido, em comparação às mães do grupo controle ($p < 0,001$).

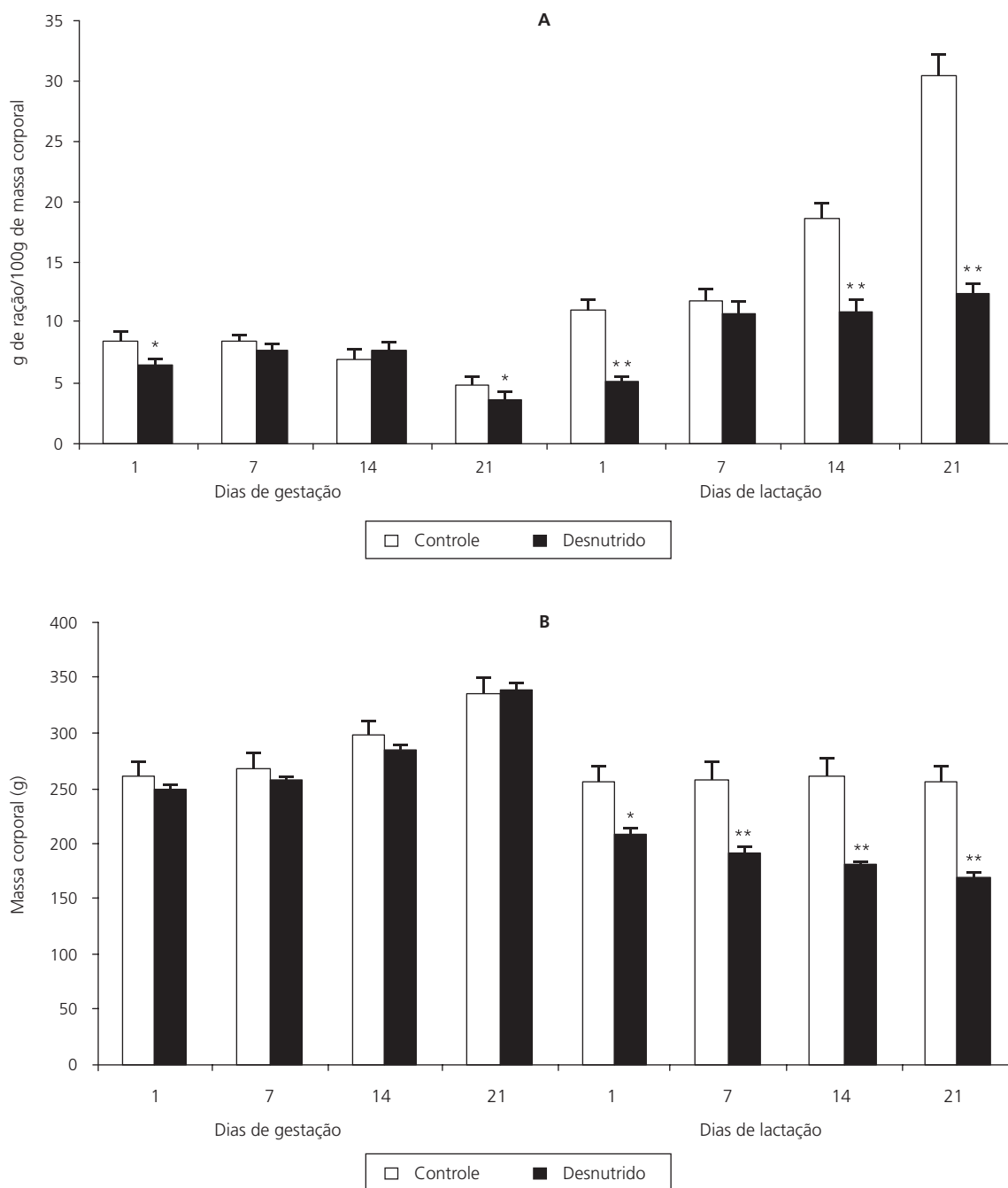


Figura 1. A) Consumo alimentar (g de ração/100g de massa corporal) e **B)** Evolução ponderal de ratos Wistar durante os períodos de gestação (Controle n=15 e Desnutrido n=17) e lactação (Controle n=15 e Desnutrido n=12). Rio de Janeiro (RJ), 2006.

Nota: Os valores estão expressos como média e erro-padrão da média. Não houve diferença estatística em relação ao grupo controle ($p > 0,05$) nas colunas sem asterisco. Houve diferença estatística com * $p < 0,05$ e ** $p < 0,001$ em relação ao grupo controle segundo o teste *t* Student.

Dessa forma, verifica-se que durante todo o período lactacional a massa corporal das mães do grupo desnutrido foi diminuindo gradativamente, apresentando, ao final da lactação, perda de 31,6% do peso em relação às mães do grupo controle (Figura 1AB).

Os valores apresentados na Tabela 1 mostram que o leite das ratas desnutridas apresentou maior percentual de ácidos graxos saturados de cadeia média (C10, 12 e 14) e no somatório de saturados em relação ao leite do grupo controle. Não foi observada, entre os grupos, diferença significativa no total de ácido graxo monoinsaturado e no ácido graxo oléico. Com relação aos ácidos graxos poliinsaturados essenciais, observou-se diminuição significativa, no leite das ratas desnutridas, dos ácidos graxos linoléico e α -linolênico em relação ao grupo controle. Quanto aos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa, observou-se no leite do grupo desnutrido percentuais signifi-

cantemente aumentados de ácido graxo docosahexaenóico (C22:6 *n*-3) e teores diminuídos de ácido graxo araquidônico (C20:4 *n*-6) em relação ao grupo controle. O valor percentual total de poliinsaturados foi menor no leite do grupo desnutrido em relação ao grupo controle.

A partir do nascimento já é possível observar diferença significativa na massa corporal entre a prole do grupo desnutrido e a do controle, tanto nos machos, quanto nas fêmeas (Figura 2).

A Figura 3A mostra que, ao longo do período estudado, o consumo alimentar relativo dos filhotes machos do grupo desnutrido foi significativamente maior em relação ao controle, exceto aos 35 dias de vida. O grupo recuperado aumentou significativamente o consumo alimentar em relação ao controle nos dias 35, 63 e 70° de vida pós-natal. Os filhotes machos do grupo desnutrido apresentaram déficit ponderal significativo, quan-

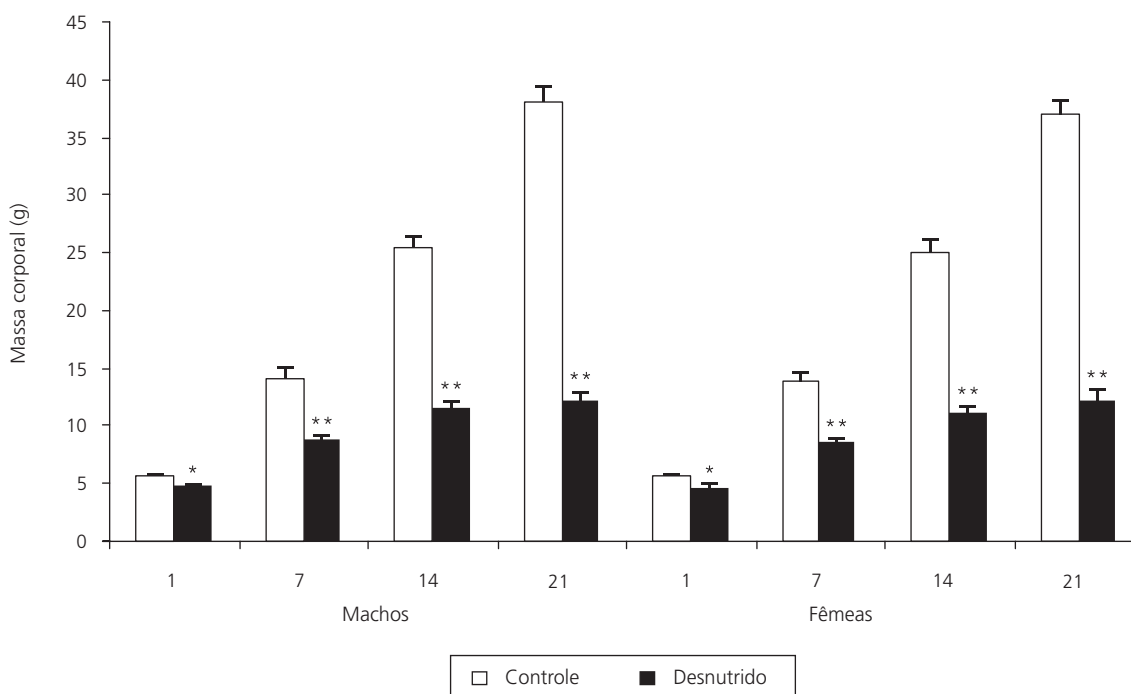


Figura 2. Evolução ponderal de filhotes de ratos Wistar, machos (Controle n=17 e Desnutrido n=15) e fêmeas (Controle n=14 e Desnutrido n=17), do 1º aos 21 dias de vida pós-natal, alimentados com Dieta Básica Regional e ração comercial. Rio de Janeiro (RJ), 2006.

Nota: Os valores estão expressos como média e erro-padrão da média. * $p < 0,01$ e ** $p < 0,001$ em relação ao grupo controle segundo o teste *t* de Student.

do comparados aos grupos controle e recuperado. Os animais do grupo recuperado apresentaram maior ganho de massa corporal que os animais desnutridos, entretanto a massa corporal final desse grupo foi 28,9% menor que a do grupo controle (Figura 3B).

A Figura 3A mostra que os filhotes fêmeas do grupo desnutrido consumiram relativamente maior quantidade de ração nos 56, 63 e 70º dia de vida pós-natal em relação ao grupo controle. O grupo recuperado consome menos ração que o grupo controle nos 28, 42, 49 e 56º dia pós-natal.

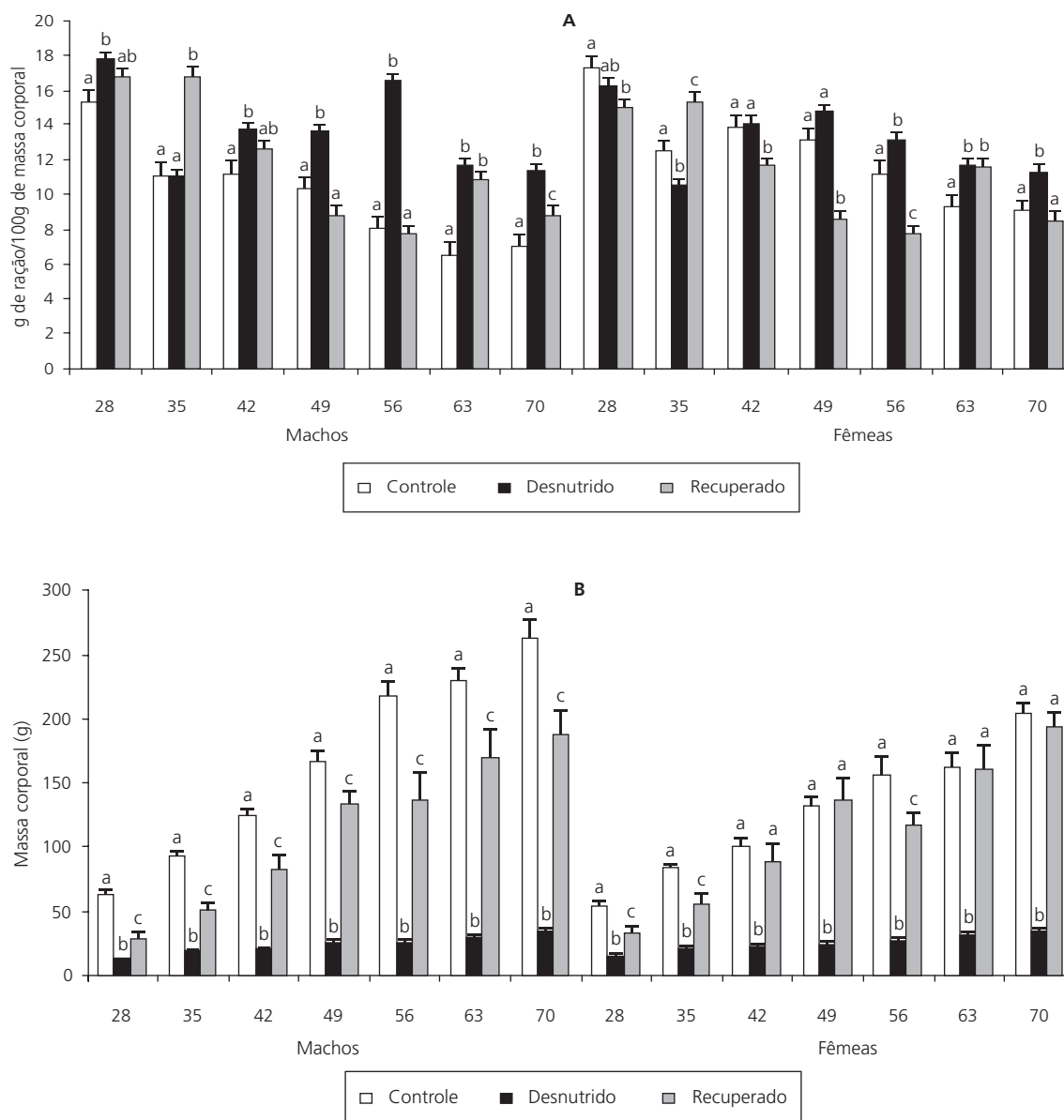


Figura 3. A) Consumo alimentar (g de ração/100g de massa corporal) e **B)** Evolução ponderal de filhotes de ratos Wistar, machos (Controle n=17, Desnutrido n=15 e Recuperado n=14) e fêmeas (Controle n=14, Desnutrido n=17 e Recuperado n=17), dos 28 aos 70 dias de vida pós-natal, alimentados com as diferentes dietas experimentais. Rio de Janeiro (RJ), 2006.

Nota: Os valores estão expressos como média e erro-padrão da média. Letras diferentes no mesmo bloco de colunas representam valores estatisticamente diferentes com $p < 0,05$ determinado pelo pós-teste de Bonferroni.

As fêmeas do grupo desnutrido apresentaram menor massa corporal comparadas ao controle e recuperado ao longo do período estudado. A partir dos 42 dias de vida o incremento na massa corporal do grupo recuperado foi semelhante ao do grupo controle, exceto aos 56 dias de vida e esta situação foi mantida até o final do experimento (Figura 3B).

Os resultados apresentados na Tabela 2 demonstram que a massa dos diferentes tecidos nos filhotes machos do grupo desnutrido apresentou-se diminuída em comparação aos grupos controle e recuperado. A massa correspondente ao cérebro, ao coração, ao fígado e aos rins direito e esquerdo dos machos do grupo recuperado foi significativamente maior que a do grupo desnutrido, mas significativamente menor que a do grupo

controle, mostrando que a introdução da dieta controle permite o aumento da massa, mas não o suficiente para se igualar ao grupo controle. Quando se avalia a massa relativa dos tecidos, observa-se que somente o cérebro e o coração dos machos do grupo desnutrido apresentam massa significativamente maior que os grupos controle e recuperado. Nos demais órgãos não ocorreram diferenças significantes entre os grupos controle e recuperado.

Com relação às fêmeas, similarmente aos machos, os resultados apresentados na Tabela 2 mostram que a massa dos diferentes tecidos do grupo desnutrido apresentou-se inferior, em comparação aos valores respectivos dos grupos controle e recuperado. A massa dos tecidos das fêmeas recuperadas foi significativamente maior

Tabela 2. Efeito da ingestão das diferentes dietas experimentais sobre a massa do cérebro, do coração, do fígado e dos rins em filhotes de ratos Wistar, machos e fêmeas, com 70 dias de vida. Rio de Janeiro (RJ), 2006.

Tecidos (machos)	Controle (17) ¹		Desnutrido (15) ¹		Recuperado (14) ¹	
	M	ER	M	ER	M	ER
Cérebro (g)	1,716	0,038 ^a	1,193	0,037 ^b	1,566	0,032 ^c
Cérebro (g/100gMC)	0,650	0,010 ^a	3,460	0,009 ^b	0,840	0,014 ^c
Coração (g)	1,071	0,030 ^a	0,237	0,015 ^b	0,708	0,029 ^c
Coração (g/100gMC)	0,410	0,012 ^a	0,690	0,008 ^b	0,380	0,017 ^c
Fígado (g)	11,944	0,591 ^a	1,574	0,087 ^b	7,138	0,419 ^c
Fígado (g/100gMC)	4,530	0,317 ^a	4,560	0,009 ^a	3,810	0,213 ^a
Rim direito (g)	1,004	0,032 ^a	0,182	0,011 ^b	0,750	0,043 ^c
Rim direito (g/100gMC)	0,380	0,017 ^a	0,530	0,003 ^a	0,400	0,018 ^a
Rim esquerdo(g)	1,002	0,036 ^a	0,173	0,010 ^b	0,730	0,038 ^c
Rim esquerdo (g/100gMC)	0,380	0,016 ^a	0,500	0,002 ^a	0,390	0,015 ^a
Tecidos (fêmeas)	Controle (14)		Desnutrido (17)		Desnutrido (17)	
	M	ER	M	ER	M	ER
Cérebro (g)	1,512	0,045 ^a	1,139	0,035 ^b	1,470	0,021 ^a
Cérebro (g/100gMC)	0,740	0,019 ^a	3,300	0,014 ^b	0,760	0,011 ^a
Coração (g)	0,788	0,025 ^a	0,207	0,008 ^b	0,661	0,057 ^c
Coração (g/100gMC)	0,390	0,012 ^a	0,600	0,002 ^b	0,340	0,026 ^a
Fígado (g)	8,337	0,322 ^a	1,473	0,048 ^b	7,064	0,505 ^c
Fígado (g/100gMC)	4,080	0,029 ^a	4,260	0,003 ^a	3,660	0,075 ^a
Rim direito (g)	0,800	0,018 ^a	0,169	0,005 ^b	0,666	0,052 ^c
Rim direito (g/100gMC)	0,390	0,006 ^a	0,490	0,001 ^a	0,350	0,017 ^a
Rim esquerdo(g)	0,765	0,021 ^a	0,155	0,004 ^b	0,630	0,051 ^c
Rim esquerdo (g/100gMC)	0,370	0,008 ^a	0,450	0,001 ^a	0,330	0,012 ^a

¹quantidade de animais utilizados. g: gramas, g/100gMC: gramas de tecido por 100 gramas de massa corporal.

Os valores estão expressos como média (M) e erro-padrão (ER) da média. Letras diferentes na mesma linha representam valores estatisticamente diferentes com $p < 0,05$ determinado pelo pós-teste de Bonferroni.

que a do grupo desnutrido, porém menor que a do grupo controle. Entretanto, a massa cerebral das fêmeas recuperadas foi igual, estatisticamente, a do grupo controle. A massa dos órgãos das fêmeas do grupo recuperado, quando corrigida pela massa corporal, não diferiu significativamente dos valores do grupo controle.

DISCUSSÃO

Com a finalidade de avaliar experimentalmente os efeitos da desnutrição nas mães e em suas respectivas proles sobre aspectos ponderais (corporal e tecidual), bem como sobre o conteúdo de ácidos graxos do leite produzido, administrou-se, durante a gestação, a lactação e após o desmame até 70 dias de vida, a Dieta Básica Regional, uma dieta multideficiente não somente em proteína, como também em lipídios, vitaminas e minerais. A DBR é considerada uma dieta isoenergética, devido ao seu elevado conteúdo de carboidratos, que compensa a redução energética devido a menores teores de lipídios e proteínas, sugerindo assim um modelo de restrição nutricional qualitativo e não energético, similar ao que ocorre na Zona da Mata do Nordeste brasileiro⁸. Além disso, quando foi avaliada a composição dos ácidos graxos da Dieta Básica Regional, constatou-se que além do reduzido conteúdo lipídico, esta dieta apresenta uma composição de ácidos graxos que não satisfaz as necessidades do feto e/ou neonato em desenvolvimento, apresentando menores percentuais de ácidos graxos poliinsaturados e elevadas proporções de ácidos graxos saturados (Tabela 1). Os ácidos graxos poliinsaturados são necessários para a adequada função tecidual e o ótimo crescimento e desenvolvimento do neonato¹⁷.

Em concordância com os resultados de Teodósio *et al.*⁸, as ratas desnutridas deste estudo apresentaram, ao longo do período gestacional, pouca variação na ingestão alimentar e, portanto, o incremento no ganho de massa corporal (Figura 1) foi semelhante ao do grupo controle. É provável que isto se deva também ao fato de a Dieta Básica

Regional ter sido introduzida no 1º dia de prenhez, ou seja, quando as reservas maternas de gordura armazenadas no tecido adiposo ainda estavam preservadas, o que difere do estudo de Langley *et al.*¹⁸, que introduziram a dieta hipoprotéica antes mesmo do acasalamento e durante a prenhez das ratas. Entretanto, durante o período lactacional detectou-se redução significativa na ingestão alimentar e na massa corporal das ratas lactantes tratadas com DBR, em relação ao grupo controle (Figura 1). Como conseqüência, os filhotes das mães alimentadas com a Dieta Básica Regional durante a gestação e a lactação apresentaram taxa de crescimento significativamente menor durante todo o período da lactação em relação aos filhotes de mães controles (Figura 2), sugerindo que a depleção nutricional durante a lactação foi mais prejudicial do que na gestação e interferiu de forma significativa no crescimento da prole.

Em estudo abordando os efeitos de diferentes concentrações de proteína dietética na alimentação de ratas foi observado que, após o parto, as ratas do grupo controle apresentavam 30g a mais de peso corporal que na época da concepção, enquanto as mal nutridas apresentaram perda de peso¹⁹. De fato, prévios estudos sugerem que a ingestão dietética materna é de grande importância no período lactacional, tanto para a saúde da mãe quanto para a *performance* lactacional e o crescimento das crias. Ratas no pico da lactação (12-14 dias da lactação) mobilizam gordura corporal e proteínas teciduais, acumuladas durante a gestação, para ajudar a manter as necessidades energéticas desse período. A mobilização materna de proteínas teciduais, durante a lactação, é uma alternativa para melhorar o desempenho lactacional principalmente sob condições de inadequada ingestão de nutrientes pela dieta²⁰. Neste período, grande parte da energia e dos nutrientes de reserva materna está disponível para manter a produção de leite^{21,22}. A restrição alimentar diminui a quantidade de leite produzido e a taxa de crescimento de suas crias²³.

As dietas nutricionalmente deficientes durante a lactação também podem alterar a

composição do leite e repercutir no desenvolvimento do lactente. Reconhecendo a importância dos lipídios no período perinatal, dada a sua essencialidade para funções estruturais e regulatórias²⁴, foi analisada a composição dos ácidos graxos do leite de ratas lactantes alimentadas com a Dieta Básica Regional. Em geral, as concentrações dos ácidos graxos no leite refletem a composição desses ácidos graxos na dieta materna¹³. Vários trabalhos apontam que dietas ricas em carboidratos favorecem a síntese de ácidos graxos de cadeia média na glândula mamária¹¹. De maneira similar, no presente estudo o leite secretado pelas ratas desnutridas, que consumiram uma dieta rica em carboidratos e hipolipídica, apresentou composição em ácidos graxos diferente daquela de mães-controles, por conter teor mais elevado de ácidos graxos de cadeia média (C10:0, C12:0 e C14:0) e menores proporções de ácidos graxos poliinsaturados da família *n*-6 essenciais e de cadeia longa, como o ácido araquidônico (Tabela 1).

Estas diferenças na composição dos ácidos graxos saturados de cadeia média são favoráveis ao neonato, por fornecerem maiores teores de ácidos graxos rapidamente absorvíveis e combustíveis facilmente oxidados¹³ o que, de certa forma, entre outros fatores, poderia garantir a sobrevivência da prole frente a essa situação de grave depleção nutricional. No entanto, os ácidos graxos polienóicos de cadeia longa, principalmente o araquidônico, necessário para o crescimento^{11,14} apresentaram-se severamente depletados no leite do grupo desnutrido. Estes dados permitem sugerir, portanto, que o déficit de crescimento observado nos filhotes do grupo desnutrido ocorreu, pelo menos em parte, por alteração na proporção de araquidônico no leite dessas mães, ocasionando menor disponibilidade desse ácido graxo para o neonato.

Por outro lado, os ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa (AGPI-CL *n*-3), como o ácido docosahexaenóico (C22:6 *n*-3 DHA), apresentaram-se em maior porcentagem no leite da rata

desnutrida em relação ao da rata controle. O ácido docosahexaenóico (C22:6 *n*-3 DHA) é essencial para o crescimento e o desenvolvimento funcional do cérebro dos neonatos^{11,14,25}. No presente estudo, as ratas desnutridas consumiram 20,89g (DP=0,88) de Dieta Básica Regional na última semana de amamentação (Figura 1), isto significa dizer que a ingestão diária de DHA foi de 0,042%. Já o grupo controle consumiu 0,240% de DHA em 77,22g (DP=1,69) de ração comercial, entretanto a porcentagem de DHA no leite da rata desnutrida foi maior que a do leite da rata controle. É provável que os triglicerídeos armazenados no tecido adiposo materno durante a gestação, contendo DHA, tenham sido mobilizados devido à intensa lipólise, sendo então liberados para a glândula mamária e disponibilizados ao neonato através do leite. Considerando que o ácido docosahexaenóico pode ser formado a partir do ácido graxo essencial α -linolênico, pelas vias enzimáticas de dessaturação e alongamento, principalmente hepática, é possível que a maior proporção do ácido graxo α -linolênico (C18:3 *n*-3) verificada na Dieta Básica Regional em relação à ração comercial, 11,44% e 2,87%, respectivamente (Tabela 1), ao ser dessaturado e alongado no tecido hepático, também poderia contribuir para o suprimento de ácido docosahexaenóico para o leite das ratas desnutridas. Análises complementares como, por exemplo, da atividade das enzimas dessaturases no fígado, são necessárias para melhor elucidar estes achados.

Quando foi avaliada a prole de machos e fêmeas após o desmame até a idade jovem (70 dias), observou-se que os filhotes, machos e fêmeas, de mães desnutridas que receberam a Dieta Básica Regional, apesar de consumirem quantitativamente mais ração que o grupo controle, não recuperaram a massa corporal ao longo do período do estudo (Figura 3), apresentando um déficit na massa corporal significativa na idade jovem em relação aos grupos controle e recuperado. De maneira similar, a massa tecidual também foi significativamente afetada, de modo que os machos desnutridos deste estudo apresentaram

perda de 86,8% na massa do fígado (Tabela 2) com redução de 86,9% na massa corporal (Figura 3). Estes achados diferem dos de Boza *et al.*²⁶, que observaram valores 30,0% menores no peso do fígado e 14,5% na massa corporal na desnutrição causada pela restrição dietética. Observa-se que na análise da massa de tecidos por 100 gramas de massa corporal, o cérebro e o coração dos machos do grupo desnutrido apresentaram maior peso comparativamente aos grupos controle e recuperado, mostrando que a desnutrição preserva a massa de órgãos com função primordial, como já havia sido descrito por Parra *et al.*²⁷, de modo que na desnutrição há, prioritariamente, perda de massa hepática para garantir a disponibilidade de energia aos órgãos mais vitais, como o cérebro e o coração.

No grupo recuperado, os machos apresentaram incremento gradativo na massa corporal durante a recuperação nutricional, sem que houvesse grandes variações no consumo alimentar em relação ao grupo controle (Figura 3). Comportamento semelhante foi observado no estudo de Nunes *et al.*⁷ os quais acompanharam os animais até 30 dias de idade. A persistência de diferenças na massa corporal em relação ao grupo controle, mesmo após reabilitação nutricional, por tempo mais prolongado, também foi observada por outros pesquisadores, em ratos machos na idade de 90 dias²⁸ e 120 dias²⁹. Estes resultados não surpreenderam, visto que o déficit de massa corporal induzido pela restrição protéica em fase de crescimento rápido não consegue ser completamente restabelecido por uma dieta normal³⁰. Além disso, observaram-se alterações na massa absoluta dos órgãos, no entanto, em termos proporcionais a massa do cérebro (g/100g massa corporal) foi preservada nas fêmeas do grupo recuperado (Tabela 2), confirmando estudos anteriores que sugerem a existência de mecanismos capazes de proteger tecidos essenciais como o cérebro²⁷.

No trabalho de Nunes *et al.*⁷ não foi verificada diferença significativa entre machos e fêmeas

em relação à massa corporal, após a reabilitação nutricional, de modo que para ambos os sexos essa variável foi significativamente menor em relação ao grupo controle. No entanto, os resultados do presente estudo com a Dieta Básica Regional mostram que, diferentemente do que ocorre com os machos, as fêmeas recuperadas apresentaram menor consumo alimentar e incremento na massa corporal que estatisticamente se assemelham ao do grupo controle a partir do 42º dia de vida, exceto aos 56 dias (Figura 3). Já com relação à massa dos órgãos aos 70 dias, nota-se que em termos proporcionais as massas de todos os órgãos não diferiram das respectivas do grupo controle (Tabela 2), incluindo o cérebro. Seria interessante realizar estudo posterior com este modelo experimental para avaliar a composição corporal. Com a determinação do conteúdo de gordura e proteína da carcaça seria possível obter uma melhor compreensão acerca da compartimentalização da massa corporal das fêmeas do presente estudo, em termos de percentuais de massa gorda e magra.

Em conclusão, os resultados deste estudo sugerem que a desnutrição durante o período pré e pós-natal, promovida pela Dieta Básica Regional, compromete a massa corporal materna durante a lactação e repercute em notório déficit na taxa de crescimento dos filhotes lactentes, o que, entre outros fatores, poderia ser devido a uma redução no conteúdo ou alteração da proporção entre os diferentes tipos de ácidos graxos do leite materno, principalmente araquidônico, reconhecidos essenciais para o crescimento do neonato. Além disso, a reabilitação nutricional iniciada após o desmame produz efeitos diferentes na massa corporal e de órgãos dos filhotes, machos e fêmeas na idade jovem, sendo estes parâmetros mais comprometidos nos filhotes machos do que nas fêmeas. Estes resultados reforçam o conceito segundo o qual a restrição nutricional qualitativa durante o período perinatal altera, em idades mais tardias, o desenvolvimento da prole, e de maneira diferenciada entre os sexos.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, à Universidade Federal do Rio de Janeiro e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelas bolsas concedidas às alunas de Iniciação Científica e Mestrado, respectivamente.

COLABORADORES

A.S. Souza contribuiu com o acompanhamento dos animais, a elaboração da Dieta Básica Regional, a análise estatística, a interpretação dos dados e a redação do manuscrito. L.C. Pacheco e P.S. Castro contribuíram com o acompanhamento dos animais. M.G. Tavares do Carmo contribuiu com a orientação da Dissertação de Mestrado, a redação e a revisão do manuscrito.

REFERÊNCIAS

- World Health Organization. The world health report: childhood and maternal undernutrition. [cited 2002 Dec 17]. Available from: <<http://www.who.int/aboutwho/en/promoting/nutrition.htm>>.
- Morgane PJ, Austin-Lafrance R, Bronzino J, Tonkiss J, Díaz-Cintra S, Cintra L, *et al.* Prenatal malnutrition and development of the brain. *Neurosci Biobehav Rev.* 1993; 17(1):91-128.
- Zeman FL. Effect on the young rat of maternal protein restriction. *J Nutr.* 1967; 93(2):167-73.
- Seegers WH. The effect of protein deficiency on the course of pregnancy. *Am J Physiol.* 1937; 119(2):474-80.
- Curtiss C. Effects of a low protein intake on the pregnant rat. *Metabolism.* 1953; 2(4): 344-58.
- Madi K, Campos SD. Desnutrição experimental: resultados anátomo-patológicos e bioquímicos da administração de dietas hipoprotéicas a ratos albinos jovens. *Mem Inst Oswaldo Cruz.* 1975; 73(3):153-81.
- Nunes ML, Batista BB, Mcheli F, Batistella V. Effects of early malnutrition and nutritional rehabilitation in rats. *J Ped.* 2002; 78(1):39-44.
- Teodósio NR, Lago ES, Romani SAM, Guedes RCA. A Regional basic diet from Northeast Brazil as a dietary model of experimental malnutrition. *Arch Latinoam Nutr.* 1990; 40(4):533-47.
- Nicholas KR, Hartmann PE. Milk secretion in the rat: progressive changes in milk composition during lactation and weaning and the effect of diet. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol.* 1991; 98(3-4):535-42.
- Buisson A, Lu H, Guo F, Jen C. High-fat feeding of different fats during pregnancy and lactation in rats: effects on maternal metabolism, pregnancy outcome, milk and tissue fatty acid profiles. *Nutr Res.* 1997; 17(10):1541-54.
- Lauritzen L, Hansen HS, Jorgensen MH, Michaelsen KF. The essentiality of long chain *n*-3 fatty acids in relation to development and function of the brain and retina. *Prog Lipid Res.* 2001; 40(1-2):1-94.
- Anderson NK, Beerman KA, McGuire MA, Dasgupta N, Griinari JM, Williams J, *et al.* Dietary fat type influences total milk fat content in lean women. *J Nutr.* 2005; 135(3):416-21.
- Neville MC, Picciano MF. Regulation of milk lipid secretion and composition. *Ann Rev Nutr.* 1997; 17:159-83.
- Makrides M, Neumann M, Simmer K, Gibson R, Pater J. Are long-chain polyunsaturated fatty acids essential nutrients in infancy? *Lancet.* 1995; 345(8963):1463-8.
- Bligh EG, Dyer WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol.* 1959; 37(8):911-7.
- Lepage G, Roy CC. Direct transesterification of all classes of lipids in a one-step reaction. *J Lipid Res.* 1986; 27(1):114-20.
- Sellmayer A, Koletzko B. Long-chain polyunsaturated fatty acids and eicosanoid in infants-physiological and pathophysiological aspects and open questions. *Lipids.* 1999; 34(2):199-205.
- Langley SC, Phillips GJ, Jackson AA. *In utero* exposure to maternal low protein diets induces hypertension in weanling rats, independently of maternal blood pressure changes. *Clin Nutr.* 1994; 13:319-24.
- Marín MC, De Tomas ME, Serres C, Mercuri O. Protein-energy malnutrition during gestation and lactation in rats affects growth rates, brain development and essential fatty acid metabolism. *J Nutr.* 1995; 125(4):1017-24.
- Pine AP, Jessop NS, Oldham JD. Maternal protein reserves and their influence on lactational performance in rats. *Br J Nutr.* 1994; 71(1):13-27.
- Picciano MF. Pregnancy and lactation: physiological adjustments, nutritional requirements and the role of dietary supplements. *J Nutr.* 2003; 133(3): 1997-2002.

22. Araya JA, Barriga CP. Efecto de la preñez y la lactancia en el estado nutricional de los ácidos grasos esenciales, en la rata. *Rev Med Chile*. 1996; 124:923-7.
23. Rasmussen KM. Effects of under- and over nutrition on lactation on laboratory rats. *J Nutr*. 1998; 128(Suppl.2):390S-3S.
24. Innis SM. Polyunsaturated fatty acids in human milk: an essential role in infant development. *Adv Exp Med Biol*. 2004; 554:27-43.
25. Marszalek JR, Lodish HF. Docosahexaenoic acid, fatty acid-interacting proteins, and neuronal function: breastmilk and fish are good for you. *Ann Rev Cell Dev Biol*. 2005; 21:633-57.
26. Boza JJ, Moennoz D, Vuichoud J, Jarret AR, Gaudard-de-Weck D, *et al*. Food deprivation and refeeding influence growth, nutrient retention and functional recovery of rats. *J Nutr*. 1999; 129(7): 1340-6.
27. Parra MO, Hernandez-Blaquez FJ, Souza e Silva RAP, Silva JRM, Peduto L. Reduction of liver mass due to malnutrition in rats. Correlation with emaciation of animals and size of organs not inserted in the portal system. *São Paulo Med*. 1995; 113(3): 903-9.
28. Sharma SK, Behari M, Maheshwari MC, Selvamurthy W. Seizure susceptibility and intrarectal sodium valproate induced recovery in developing undernourished rats. *Indian J Med Res*. 1990; 92:120-7.
29. Campos DG, Madi K. Studies on pre and post-natal malnutrition in albino rats. Partial ponderal and biochemic recuperation. *Rev Bras Pesq Med Biol*. 1975; 8(3-4):301-6.
30. Ventrucci G, Ramos LGS, Roston MAM, Gomes MCM. Effects of a leucine-rich diet on body composition during nutritional recovery in rats. *Nutrition*. 2004; 20(2):213-7.

Recebido em: 3/9/2007

Versão final reapresentada em: 12/8/2008

Aprovado em: 9/2/2009

Avaliação dos efeitos da semente de linhaça quando utilizada como fonte de proteína nas fases de crescimento e manutenção em ratos

Evaluation of the effects of flaxseed when used as a protein source for the growth and maintenance phases of rats

Lavínia Leal SOARES¹
Juliana Tomaz PACHECO¹
Carolina Meano de BRITO¹
Aline de Andrade TROINA¹
Gilson Teles BOAVENTURA¹
Maria Angélica GUZMÁN-SILVA²

RESUMO

Objetivo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade protéica da linhaça quando usada nas fases de crescimento e manutenção em ratos.

Métodos

Na primeira etapa utilizaram-se 18 *Rattus norvegicus*, Wistar, fêmeas, recém-desmamadas, recebendo água e ração à vontade. Estas foram distribuídas em 3 grupos (n=6): grupo linhaça - com dieta à base de linhaça, grupo controle - com dieta à base de caseína, grupo controle modificado - com dieta à base de caseína, com maior concentração de fibras e óleo. Na segunda etapa (após 28 dias de experimento) a dieta do grupo linhaça foi modificada, acrescentou-se 5,4% de caseína. Os demais grupos permaneceram com as mesmas dietas. Todas eram isoenergéticas e continham 10% de proteína. Os animais foram acompanhados até 180 dias de vida. Foram determinados o quociente de eficiência protéica e a albumina nas duas fases do experimento.

¹ Universidade Federal Fluminense, Faculdade de Nutrição, Laboratório de Nutrição Experimental. R. Mário Santos Braga, 30, 5º andar, Valonguinho, Centro, 24020-140, Niterói, RJ, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: L.L. SOARES. E-mail: <lavinialeal@yahoo.com.br>.

² Universidade Federal Fluminense, Faculdade de Medicina, Departamento de Patologia, Laboratório de Patologia Experimental. Niterói, RJ, Brasil.

Resultados

Na primeira etapa, o grupo linhaça obteve quociente de eficiência protéica (0,8, DP=0,05) significativamente menor que o grupo controle (2,3, DP=0,1) e o controle modificado (2,3, DP=0,2). A concentração de albumina do grupo linhaça (3,0, DP=0,04g/dL) foi menor ($p<0,01$) que a do grupo controle (3,9, DP=0,06g/dL) e a do controle modificado (3,9, DP=0,01g/dL). Já na segunda etapa, o grupo linhaça modificado (1,2, DP=0,1) obteve maior ($p<0,01$) quociente de eficiência protéica que grupo controle (0,9, DP=0,02) e o controle modificado (0,9, DP=0,05). Não houve diferença significativa no teor de albumina entre os grupos, caracterizando a recuperação da desnutrição.

Conclusão

Conclui-se que a linhaça não deve ser utilizada como fonte exclusiva de proteína, principalmente na fase de crescimento.

Termos de indexação: Crescimento. Linho. Ratos. Valor nutritivo.

ABSTRACT

Objective

This experiment tested the protein quality of flaxseed when used for the growth and maintenance of rats.

Methods

In the first phase, 18 just-weaned female Wistar rats (Rattus norvegicus), receiving water and chow ad libitum, were divided into three groups (n=6): the flaxseed group received a flaxseed-based diet; the control group received a casein-based diet; and the modified control group received a casein-based, high-fiber, high-oil diet. In the second phase (28 days later), 5.4% of casein was added to the flaxseed-based diet. The diets of the other groups remained unchanged. All animals received isocaloric diets with 10% protein content until they were 180 days old. Protein efficiency ratio and albumin concentration was determined in the 2 phases of the experiment.

Results

In the first phase, the protein efficiency ratio of the flaxseed group (0.8, SD=0.05) was significantly lower than those of the control group (2.3, SD=0.1) and modified control group (2.3, SD=0.2). The albumin concentration of the flaxseed group (3.0, SD=0.04g/dL) was smaller ($p<0.01$) than those of the control group (3.9, SD=0.06g/dL) and modified control group (3.9, SD=0.01g/dL). In the second phase, protein efficiency ratio of the modified flaxseed group (1.2, SD=0.1) was higher ($p<0.01$) than those of the control group (0.9, SD=0.02) and modified control group (0.9, SD=0.05). Albumin concentration was similar in all groups, characterizing recovery from malnutrition.

Conclusion

In conclusion, flaxseed should not be used as an exclusive source of protein, especially during growth.

Indexing terms: Growth. Flaxseed. Rats. Nutritive value.

INTRODUÇÃO

A desnutrição tem sido reconhecida há séculos como um problema mundial. Na década de 90, século XX, estimava-se que no mundo, mais de um terço das crianças menores de 5 anos sofriam de desnutrição grave ou moderada, sendo que 80% seriam asiáticas, 15% africanas e 5% latino-americanas. Um total de 43% das crianças em países em desenvolvimento sofre de desnutrição em algum momento de suas vidas¹. É

reconhecido que o custo elevado das proteínas de origem animal leva a população de países de terceiro mundo a substituí-las por proteínas vegetais². A proteína animal, no entanto, é considerada completa pois contém todos os aminoácidos necessários à manutenção do corpo humano. Dentre as proteínas de origem vegetal, a linhaça (*Linum usitatissimum*), uma semente oleaginosa muito usada como complemento alimentar por ser fonte de fibras, seria uma boa opção, pois é rica em proteína (apresentando 20% em sua

composição), além de 41% de gordura, 28% de fibras solúveis e insolúveis, 6% de carboidratos e 4% de resíduos³.

A planta da linhaça é aproveitada pela indústria em quase a sua totalidade. Seu caule é usado para a produção do linho, tecido utilizado para a confecção de roupas. Da sua semente se extrai o óleo, usado na fabricação de tintas, resinas e na indústria alimentícia. No Brasil o cultivo da linhaça é mantido por descendentes de imigrantes poloneses e alemães, e se restringe basicamente ao Rio Grande do Sul, mais especificamente ao noroeste gaúcho, já que é necessário clima frio, em torno de 0°C até -2°C, para que ocorra a floração. Seu plantio ocorre nos meses de maio e junho e a colheita em novembro, dezembro e janeiro. Não exige grandes tratamentos culturais, sendo seu cultivo realizado muitas vezes no processo de rotação de culturas, com a finalidade de recuperar terras cansadas e evitar o desgaste e a erosão do solo, aproveitando a adubação residual do milho e da soja⁴.

Atualmente, o consumo da linhaça vem aumentando muito devido ao conhecimento de suas propriedades benéficas⁵. É considerada um alimento funcional pois, além de suas funções nutricionais básicas, produz efeitos metabólicos e fisiológicos benéficos à saúde⁶. A linhaça é fonte dos ácidos graxos α -linolênico e linoléico, precursores do ω -3 e ω -6, respectivamente. Tais ácidos são importantes para o desenvolvimento do sistema nervoso central, auxiliam na prevenção de doenças cardiovasculares, diabetes e determinados tipos de câncer, atuam ainda na redução de processos inflamatórios e doenças auto-imunes⁷.

A semente de linhaça também é rica em ácidos fenólicos, que agem como antioxidantes, e ligninas, substâncias com estrutura química muito semelhante ao estrogênio, exercendo atividade semelhante à deste hormônio. Devido a tal característica, é muito utilizada para minimizar os sintomas da menopausa, período em que os níveis de estrogênios são naturalmente diminuídos^{8,9}.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade protéica da linhaça e seus efeitos sobre o quociente de eficiência protéica e a concentração sérica de albumina, quando utilizada como fonte de proteína nas fases de crescimento e manutenção em ratos.

MÉTODOS

O ensaio biológico foi dividido em duas etapas:

Na 1ª etapa 18 animais, com peso inicial médio de 41g, foram divididos em 3 grupos (n=6), sendo: Grupo Linhaça (GL), recebendo dieta à base de linhaça como fonte de proteína, Grupo Controle (GC), recebendo dieta à base de caseína, Grupo Controle Modificado (GCM), recebendo dieta à base de caseína, acrescida de maior concentração de fibras e óleo (a fim de que as dietas apresentassem composições químicas equivalentes, visto que a linhaça apresenta teores de fibras e lipídios bem maiores que a caseína, realizando assim, uma melhor comparação com a proteína teste). Os animais se alimentaram exclusivamente com as dietas descritas, sendo todas isoprotéicas (10% de proteína) e isoenergéticas até o 28º dia do experimento, quando foram anestesiados com Thiopental (0,8mL/100g peso) para a coleta de uma pequena quantidade de sangue por punção da veia caudal.

Na 2ª etapa houve uma modificação na dieta do grupo linhaça: após o 28º dia do experimento esta foi acrescida de caseína (5,4%), de forma que a linhaça não fosse mais ofertada como exclusiva fonte protéica na fase de manutenção, passando a se chamar Grupo Linhaça Modificado (GLM). O grupo controle e o grupo controle modificado foram mantidos recebendo as mesmas dietas.

Os animais foram acompanhados até 180 dias, coletando-se, durante todo o período, dados de peso, consumo de ração e de proteína diariamente. Ao final do experimento, estes foram novamente anestesiados e o sangue foi coletado por

punção cardíaca. Após este procedimento foi realizado o sacrifício por deslocamento cervical. Durante todo o ensaio biológico os animais receberam água e as respectivas dietas *ad libitum* e foram mantidos individualmente em gaiolas de polipropileno, em ambiente com temperatura controlada de 22°C (com variação de 2°C) e ciclo claro/escuro de 12 horas.

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal Fluminense (protocolo nº 188/06), todos os procedimentos seguiram as normas do Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA), e estiveram de acordo com os princípios éticos contidos na declaração de Helsinki¹⁰.

Foram utilizados 18 *Rattus norvegicus*, variedade *albinus*, *Rodentia mammalia* da raça *Wistar*, fêmeas, recém-desmamadas, com idade média de 21 dias, provenientes do Laboratório de Nutrição Experimental (LABNE) do Departamento de Nutrição e Dietética da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal Fluminense, Niterói (RJ), Brasil.

Os ingredientes utilizados no preparo das dietas foram fornecidos por: amostras de linhaça pela Arma Zen Produtos Naturais Ltda (Rio de Janeiro, RJ, Brasil), amido de milho Maizena da Unilever *Bestfoods* Brasil Ltda (Mogi Guaçu, SP, Brasil), açúcar refinado União (Rio de Janeiro, RJ,

Brasil), óleo de soja Liza da Cargill Agricultura Ltda (Mairinque SP, Brasil), celulose Microcel da Blanver Ltda (Cotia, SP, Brasil), cistina, bitartarato de colina e mistura de vitaminas e minerais da Rhoster Comércio e Indústria Ltda (Vargem Grande Paulista, SP, Brasil).

As sementes de linhaça *in natura* foram moídas em moinho até obter a farinha. Esta foi pesada, ensacada, lacrada e armazenada em geladeira até o momento da confecção da dieta. Na dieta à base de linhaça não foi necessário adicionar óleo e fibras (celulose), pois sua semente já é rica nestes componentes³. Os ingredientes das dietas foram pesados em balança digital Toledo com precisão de 0,1 g (São Paulo, SP, Brasil) e homogenizados em batedeira industrial Hobart (São Paulo, SP, Brasil) com água fervente. A massa obtida foi transformada em *pellets* e seca em estufa ventilada Fabbe-Prima (São Paulo, SP, Brasil) a 60°C por 24h, e, após identificação, armazenada sob refrigeração até o uso. Todas as dietas foram preparadas no LABNE, de acordo com Guzmán-Silva *et al.*¹¹ com 10% de proteína (Tabelas 1 e 2), adicionadas de misturas de vitaminas e minerais, segundo as normas do *Comitee on Laboratory Animal Diets*, 1979, modificadas segundo as recomendações do *American Institute of Nutrition-93*¹².

As análises químicas das dietas (Tabela 3) foram realizadas em triplicata, tendo sido registrada a média encontrada. As determinações de

Tabela 1. Composição das dietas administradas a ratos Wistar até o 28º dias de experimento. Laboratório de Nutrição Experimental, Universidade Federal Fluminense. Niterói (RJ), 1996.

Alimentos 100g	Linhaça	Caseína g	Caseína modificada
Caseína	0	11,8	11,8
Linhaça	33,3	0	0
Amido	57,7	61,2	55,5
Açúcar refinado	10,0	10,0	10,0
Mistura de minerais	3,5	3,5	3,5
Mistura de vitaminas	1,0	1,0	1,0
Óleo de soja	0	7,0	11,0
Celulose	0	5,0	6,7
Bitartarato de colina	0,2	0,2	0,2
Cistina	0,3	0,3	0,3
Total	100,0	100,0	100,0

umidade, lipídio total, cinzas e proteína foram realizadas de acordo com a *Association of Official Analytical Chemists*¹³. A umidade foi obtida por gravimetria em estufa a 105°C até a obtenção de peso constante. Para a extração de lipídio total foi utilizado extrator de Soxhlet e como solventes éter etílico e éter de petróleo. As cinzas foram obtidas por gravimetria utilizando mufla a 550°C; a proteína pelo método de Micro-Kjeldahl para nitrogênio total, utilizando o fator 6,25 para conversão em proteína a partir do percentual de nitrogênio encontrado. A fração de fibra total foi realizada de acordo com Carvalho *et al.*¹⁴, a partir de uma mistura homogênea triturada com diluição de 1:30, utilizando água destilada como solvente; a fração Nifext (*nitrogen-free extract*) foi obtida pela diferença entre 100 e o somatório das determinações de umidade, gordura, proteínas e cinzas, obtendo-se assim o percentual médio de carboidrato¹⁵.

Como método de avaliação biológica da qualidade protéica das dietas foi utilizado o Quociente de Eficiência Protéica (*Protein Efficiency Ratio* - PER), que consiste em: variação de peso/consumo de proteína. Assumindo-se que ocorrem variações do total da proteína corporal em função de diferenças na qualidade protéica das dietas, é comum medir variações do peso corporal como um reflexo da proteína ingerida¹⁶. Este método foi utilizado nas duas etapas do experimento, aos 28 e 180 dias, respectivamente.

Para a realização das análises bioquímicas do soro, o sangue coletado foi centrifugado em centrífuga Sigma a 3 500rpm durante 15min, para a obtenção do soro, que foi armazenado a -20°C. A partir deste foi determinada a concentração sérica de albumina pela análise colorimétrica utilizando *kit* comercial Bioclin (Belo Horizonte, MG, Brasil).

Nos resultados foi aplicada a análise de variância *One Way* para análise múltipla das variáveis considerando $p \leq 0,05$. Quando detectada a significância estatística foi aplicado o teste de Sheffé, com o Coeficiente de Bonferroni para as comparações múltiplas. Tais análises foram realizadas pelo *Software Statgraphics Plus 6.0*.

RESULTADOS

No início do experimento não havia diferença ($p=0,58$) quanto ao peso corporal dos animais. Ao final de 28 dias a média de variação de peso do grupo linhaça foi significativamente menor que a dos demais grupos, sendo que o grupo controle e o grupo controle modificado apresentaram resultados semelhantes. O grupo linhaça teve o menor consumo protéico ($p < 0,01$), porém não houve diferença significativa entre o grupo controle e o grupo controle modificado. O grupo linhaça apresentou menor PER ($p < 0,01$), enquanto que os demais grupos apresentaram

Tabela 2. Composição das dietas administradas a ratos Wistar do 28º dia até o final do experimento. Laboratório de Nutrição Experimental, Universidade Federal Fluminense. Niterói (RJ), 1996.

Alimentos 100g	Linhaça modificada	Caseína g	Caseína modificada
Caseína	5,4	11,8	11,8
Linhaça	25,0	-	-
Amido	54,5	61,2	55,5
Açúcar refinado	10,0	10,0	10,0
Mistura de minerais	3,5	3,5	3,5
Mistura de vitaminas	1,0	1,0	1,0
Óleo de soja	0	7,0	11,0
Celulose	0	5,0	6,7
Bitartrato de colina	0,2	0,2	0,2
Cistina	0,3	0,3	0,3
Total	100,0	100,0	100,0

valores de PER semelhantes. Em relação à concentração de albumina, o grupo linhaça demonstrou resultados significativamente menores que os de grupo controle e grupo controle modificado, sendo que não houve diferença entre estes grupos (Tabela 4).

Aos 180 dias de experimento, o grupo linhaça modificado continuou a apresentar menor variação de peso corporal ($p < 0,01$), já o grupo

controle e o grupo controle modificado tiveram valores semelhantes. O consumo de proteína ainda foi significativamente menor no grupo linhaça modificado ($p < 0,01$), com os demais grupos apresentando resultados semelhantes entre si. O grupo linhaça modificado, porém, apresentou o maior PER, enquanto não houve diferença entre o grupo controle e o grupo controle modificado. Todos tiveram teores de albumina semelhantes (Tabela 5).

Tabela 3. Composição química centesimal das dietas experimentais administradas a ratos Wistar. Laboratório de Nutrição Experimental, Universidade Federal Fluminense. Niterói (RJ), 1996.

Composição (%)	GL		GLM		GC		GCM	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
Umidade	1,91	0,42	1,95	0,08	2,23	0,04	2,35	0,03
Lipídios	12,07	0,33	11,70	0,12	7,79	0,30	11,79	0,12
Cinzas	4,73	0,11	4,42	0,07	4,27	0,02	4,47	0,07
Proteínas*	9,55	0,52	10,18	1,06	9,77	0,45	9,75	0,45
Fibras	6,60	0,73	4,98	0,47	5,00	0,34	6,70	0,52
Carboidratos*	65,12		66,74		70,91		64,92	

GL: grupo linhaça; GLM: grupo linhaça modificado; GC: grupo controle; GCM: grupo controle modificado.

Os valores estão apresentados na forma de média (M) e desvio-padrão (DP) referentes a 3 determinações; *calculado pela diferença; *fator de conversão de 6,25.

Tabela 4. Peso inicial (PO), variação de peso (VP 28), consumo de proteína (CPtn 28), *protein efficiency ratio* (PER 28) e albumina sérica (Alb 28) dos animais (ratos Wistar) aos 28 dias de experimento. Laboratório de Nutrição Experimental, Universidade Federal Fluminense. Niterói (RJ), 1996.

Grupos	PO (g)		VP 28 (g)		CPtn 28 (g)		PER 28		Alb 28 (g/dL)	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
GL	42	2,01 ^a	26	2,4 ^a	32	1,4 ^a	0,8	0,05 ^a	3,0	0,04 ^a
GC	40	1,85 ^a	104	2,3 ^b	44	0,9 ^b	2,3	0,1 ^b	3,9	0,01 ^b
GCM	42	1,86 ^a	99	4,1 ^b	43	1,4 ^b	2,3	0,2 ^b	3,9	0,06 ^b

GL: grupo linhaça; GC: grupo controle; GCM: grupo controle modificado; M: média; DP: desvio-padrão.

Letras sobrescritas diferentes em uma mesma coluna denotam significância estatística ($p \leq 0,05$ ANOVA seguida de testes de Shefé e Bonferroni).

Tabela 5. Variação de peso (VP 180), consumo de proteína (CPtn 180), *protein efficiency ratio* (PER 180) e albumina sérica (Alb 180) dos animais (ratos Wistar) ao final do experimento. Laboratório de Nutrição Experimental, Universidade Federal Fluminense. Niterói (RJ), 1996.

Grupos	VP 180 (g)		CPtn 180 (g)		PER 180		Alb 180 (g/dL)	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
GLM	194	19,9 ^a	151	4,4 ^a	1,2	0,1 ^a	4,4	0,1 ^a
GC	206	4,5 ^b	220	3,6 ^b	0,9	0,02 ^b	4,2	0,1 ^a
GCM	214	12,3 ^b	216	1,5 ^b	0,9	0,05 ^b	4,6	0,1 ^a

GLM: grupo linhaça modificado; GC: grupo controle; GCM: grupo controle modificado; M: média; DP: desvio-padrão.

Letras sobrescritas diferentes em uma mesma coluna denotam significância estatística ($p \leq 0,05$ ANOVA seguida de testes de Shefé e Bonferroni).

DISCUSSÃO

Aos 28 dias do experimento verificou-se que o grupo linhaça apresentou crescimento menor que os demais grupos alimentados com a proteína animal caseína. O GL teve menor consumo protéico, o que, provavelmente, ocorreu em função do sabor desagradável da linhaça, e por ser um alimento rico em fibras e lipídios, componentes que causam sensação de saciedade^{17,18}.

O GL, aos 28 dias, teve Quociente de Eficiência Protéica extremamente baixo, quando comparado aos demais grupos. Friedman¹⁹ relaciona valores de PER acima de 2 com proteína de boa qualidade, e valores abaixo de 1,5 com proteína de pobre qualidade. Portanto, a linhaça pode ser considerada um alimento de baixa qualidade protéica, já que apresentou PER inferior a 1.

Bresani²⁰ encontrou valores de PER entre 2,44 e 2,23 para isolado de soja e farinha de soja, cujos grãos foram tratados termicamente. Foi verificado que ratos, ao se alimentarem com dietas tendo a soja orgânica e transgênica como fonte protéica, apresentaram PER de 2,7 (DP=0,03) e 2,2 (DP=0,02), respectivamente²¹. Pesquisas relatam que a soja é um alimento com alta qualidade protéica, que pode ser utilizado em substituição à proteína animal em ratos adultos²¹. O presente estudo demonstrou que a linhaça, apesar de possuir a composição aminoacídica semelhante à proteína da soja²², tem uma qualidade protéica muito inferior à desta leguminosa, pois o GL obteve PER muito baixo, comparado aos valores descritos na literatura para alimentos à base de soja.

A baixa qualidade protéica da linhaça pode ser confirmada pelos teores de albumina encontrados. A albumina é um indicador sensível para casos de desnutrição^{23,24}. Segundo Morgans & Peters²⁵, ratos desnutridos e posteriormente realimentados com dieta contendo quantidade adequada de proteína apresentam síntese de albumina alcançando concentrações iguais ou superiores às de animais alimentados normalmente. Portanto, esta proteína responde rapidamente a variações no estado nutricional em ratos.

O GL apresentou valores de albumina significativamente inferiores aos demais grupos, encontrando-se abaixo da faixa de normalidade, que é de 3,8 a 4,8g/dL, de acordo com Harkness & Wagner²⁶. Este fato demonstra que a linhaça, quando utilizada como fonte exclusiva de proteína durante o crescimento, promove desnutrição, podendo causar graves conseqüências no desenvolvimento dos animais.

A linhaça, além de possuir proteína de baixa qualidade, possui um elevado percentual de fibras solúveis e insolúveis³, as quais poderiam interagir com a proteína, dificultando sua absorção, devido à diminuição da atividade enzimática. Outra interferência na absorção se deve à capacidade da linhaça em formar gel coloidal, fazendo com que a proteína tenha menor contato com a mucosa intestinal. A linhaça ainda é rica em fatores antinutricionais, componentes que, se não forem inativados corretamente, atuam como inibidores enzimáticos no trato gastrintestinal, dificultando a digestão e a absorção das suas proteínas^{27,28}. Apesar de o grupo controle modificado ter sido suplementado com uma grande quantidade de fibra, foi observado que este e o grupo controle apresentaram PER semelhantes, portanto a alta quantidade de fibras presentes nesta dieta não interferiu no aproveitamento da proteína. Isto pode ter ocorrido em função da qualidade da caseína, que é uma proteína de alto valor biológico.

A baixa qualidade protéica da linhaça pode justificar o menor consumo. Naves *et al.*²⁹ relatam que ratos alimentados com dietas contendo proteína de pobre qualidade apresentam menor consumo, em comparação a grupos alimentados com alimentos com boa qualidade protéica, como, por exemplo, a mistura de arroz com feijão.

Após os 28 dias, a dieta do grupo linhaça foi modificada, tal alteração ocorreu porque os animais estavam com peso corporal extremamente baixo e alguns não sobreviveram, devido à desnutrição decorrente da baixa qualidade

protéica da linhaça. Foi acrescentada, então, 5,4% de caseína a esta dieta.

Após 180 dias observou-se que o grupo linhaça modificado, apesar de continuar a apresentar menor peso corporal e consumo de proteína, obteve o maior PER; isto ocorreu devido à modificação da proteína, fazendo com que houvesse um ganho de peso bem maior que o dos demais grupos, visto que os animais do GL apresentavam peso corporal muito baixo. Em função do alto PER, pode-se dizer que os animais do GLM se recuperaram da desnutrição, o que pode ser confirmado pelas concentrações de albumina, pois nesta etapa o GLM apresentou resultados semelhantes aos do GC e do GCM. Todos os grupos tiveram teor sérico de albumina dentro da faixa de normalidade, de acordo com Harkness & Wagner²⁶.

A linhaça, apesar de não possuir uma proteína de boa qualidade, é uma boa fonte de fibras, auxiliando o trânsito intestinal e reduzindo o colesterol, que é reconhecido como fator de risco para uma série de doenças. Além disso, é considerada um alimento funcional, por ser fonte de ácidos graxos ω -3, ω -6 e ligninas, sendo indicada, apesar de algumas controvérsias³⁰, como complemento alimentar devido às suas propriedades benéficas³¹.

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a linhaça não deve ser utilizada como única fonte de proteína, principalmente na fase de crescimento. Ressalta-se a necessidade de mais estudos, a fim de avaliar seus efeitos como complemento alimentar.

A G R A D E C I M E N T O

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro, processo nº E-26/171472/2004.

C O L A B O R A D O R E S

L.L. SOARES contribuiu com as análises bioquímicas, a análise estatística e foi responsável pela

redação do manuscrito. J.T. PACHECO e A.A. TROINA contribuíram com o cuidado dos animais, a coleta de dados, a tabulação dos resultados e a análise estatística. C.M. BRITO contribuiu com o cuidado dos animais. G.T. BOAVENTURA e M.A. GUZMÁN-SILVA contribuíram com a coordenação do projeto e a redação do manuscrito.

REFERÊNCIAS

1. Van de Poel E, Hosseinpoor AR, Speybroeck N, van Ourt t, Vega J. Socioeconomic inequality in malnutrition in developing countries. *Bul World Health Organ.* 2008; 86(4):282-91.
2. Souza G, Vale JLE, Moreno I. Efeitos dos componentes da soja e seus derivados na alimentação humana. *Bol Soc Bras Ciênc Tecnol Alim.* 2000; 34(2):61-9.
3. Canada Western flaxseed an of yellow flaxseed samples. Winnipeg (MB): Canadian Grains Commission; 2001.
4. Trucom C. A importância da linhaça na saúde. São Paulo: Alaúde; 2006.
5. Collins TFX, Sprando RL, Black TN, Olejnik N, Wiesenfeld PW, Babu US, *et al.* Effects of flaxseed and defatted flaxseed meal on reproduction and development in rats. *Food Chem Toxicol.* 2003; 41(6):819-34.
6. Pelletier G, El-Alfy M. Immunocytochemical localization of estrogen receptors alpha and beta in the human reproductive organs. *J Clin Endocrinol Metab.* 2000; 85(12):4835-40.
7. Harbig LS, Pinto E, Xiang M, Leach M, Sharief MK. PUFA in the pathogenesis and treatment of patients with multiple sclerosis. *Proc Nutr Soc.* 2008; 67(OCE):E21.
8. Begum AN, Nicolle C, Mila I, Lapierre C, Nagano K, Fukushima K, *et al.* Dietary lignins precursors of mammalian lignans in rats. *J Nut.* 2004; 134(1): 120-7.
9. Hutchins AM, Slavin JL. Effects of flaxseed on sex hormone metabolism. In: Thompson LU, Cunnane SC, editors. *Flaxseed in human nutrition.* 2nd ed. Champaign: AOCS; 2003.
10. Salako SE. The declaration of Helsinki 2000: ethical principles and the dignity of difference. *Med Law.* 2006; 25(2):341-54.
11. Guzmán-Silva MA, Wanderley AR, Macedo VM, Boaventura GT. Recuperação da desnutrição em ratos mediante rações adicionadas ou não de suplemento alimentar e de vitaminas e minerais

- durante o período de crescimento. *Rev Nutr.* 2004; 17(1):59-69.
12. Reeves PG, Nielsen FH, Fahey Jr GCF. AIN-93 purified diet of laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc Writing Committee on the Reformulation of the AIN-76A rodent diet. *J Nutr.* 1993; 123(11):1939-51.
 13. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. Arlington: AOAC; 1995.
 14. Carvalho CRL, Mantovani DMB, Carvalho PRN, Moraes RM. Análises químicas de alimentos: manual técnico. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos; 1990.
 15. Oliveira ECM. Composição centesimal do cogumelo do sol (*Agaricus blazei*). *Rev Univ Alfenas.* 1999; 5:169-72.
 16. Angelis RC. Valor nutricional das proteínas: métodos de avaliação. *Cad Nutr.* 1995; 10(1):8-29.
 17. Pasma WJ, Saris WHM, Wauters MAJ, Westerper-Plantenga MS. Effect of one week of fiber supplementation on hunger and satiety ratings and energy intake. *Appetite.* 1997; 29(1):77-87.
 18. Blundell JE, Cotton JR, Delargy H, Green S, Greenough A, King NA, *et al.* The fat paradox: fat-induced satiety signals versus high fat over consumption. *Int J Obes.* 1995; 19:832-5.
 19. Friedman M. Nutritional value of proteins from different food sources: a review. *J Agr Food Chem.* 1996; 44(1):6-29.
 20. Bressani R. Nutritional contribution of soy protein to food systems. *J Am Oil Chem Soc* 1975; 52(4): 254a-62a.
 21. Soares LL, Lucas AMM, Boaventura GT. Can organic and transgenic soy be used as a substitute for animal protein by rats? *Braz J Med Biol Res.* 2005; 38(4):583-6.
 22. Oomah BD, Mazza G. Flaxseed proteins: a review. *Food Chem.* 1993; 48:109-14.
 23. Ibrahim S, El Salamony O. Depression, quality of life and malnutrition: inflammation scores in hemodialysis patients. *Am J Nephrol.* 2008; 28(5): 784-91.
 24. Santos NSJ, Draibe SA, Kamimura MA, Cuppari L. Albumina sérica como marcador nutricional de pacientes em hemodiálise. *Rev Nutr.* 2004; 17(3): 339-49.
 25. Morgan HE, Peters Jr T. The Biosynthesis of rat serum albumin. Effect of protein depletion and refeeding on albumin and transferrin synthesis. *J Biol Chem.* 1971; 246(11):3500-7.
 26. Harkness JE, Wagner JE. *Biologia e clínica de coelhos e roedores.* São Paulo: Roca; 1993.
 27. Ortiz LT, Rebolé A, Alzueta C, Rodríguez ML, Treviño J. Metabolizable energy value and digestibility of fat and fatty acids in linseed determined with growing broiler chickens. *Br Poult Sci.* 2001; 42(1): 57-63.
 28. Mahmood S, Khan MA, Saeway M, Nisa M. Chemical treatments to reduce antinutritional factors in salseed (*Shorea robusta*) meal: effect on nutrient digestibility in coostomized hens and intact broilers. *Poult Sci.* 2006; 85(12):2207-15.
 29. Naves MMV, Silva MS, Cerqueira FM, Paes MCD. Avaliação química e biológica da proteína do grão em cultivares de milho de alta qualidade protéica. *Pesq Agrop Trop.* 2004; 34(1):1-8.
 30. Waylan AT, Dunn JD, Johnson BJ, Kayser JP, Sissom EK. Effect of flax supplementation and growth promotants on lipoprotein lipase and glycogenin messenger RNA concentrations in finishing cattle. *J Anim Sci.* 2004; 82(6):1868-75.
 31. Bloedon LT, Balikai S, Chittams J, Cunnane SC, Berlin JÁ, Rader DJ, *et al.* Flaxseed and cardiovascular risk factors: results from a double blind, randomized, controlled clinical trial. *J Am Coll Nutr.* 2008; 27(1):65-74.

Recebido em: 17/8/2007

Versão final reapresentada em: 22/7/2008

Aprovado em: 17/9/2008

Efeito da suplementação com ácido linoléico conjugado e do treinamento em natação sobre a composição corporal e os parâmetros bioquímicos de ratos Wistar em crescimento

Effect of conjugated linoleic acid supplementation and swimming training on the body composition and biochemical parameters of Wistar pups

Antonio Eduardo de AQUINO JUNIOR^{1,2}

Grace Kelly Zanotti Simões DOURADO³

Fernanda Oliveira DUARTE²

Ana Cláudia Garcia Oliveira DUARTE²

Marcela SENE-FIORESE^{2,4}

RESUMO

Objetivo

Avaliar os efeitos da suplementação com ácido linoléico conjugado, associada ao treinamento moderado em natação, sobre a composição corporal, o consumo e a eficiência alimentar, a glicemia, o perfil lipídico e o glicogênio muscular e hepático de ratos Wistar.

Métodos

Ratos Wistar (30 dias) foram divididos em: sedentário, sedentário suplementado, treinado e treinado suplementado. Permaneceram em gaiolas individuais com comida e água *ad libitum*, temperatura de 23°C (com variação de 1°C) e ciclo claro-escuro de 12 horas, durante 8 semanas. A sessão de natação durou 1 hora e foi realizada três vezes/semana, bem como a suplementação com ácido linoléico conjugado a 2%. Após

¹ Universidade Federal de São Carlos, Programa de Especialização em Fisiologia do Exercício. Rod. Washington Luís, SP-310, km 235, 13565-905, São Carlos, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: A.E. AQUINO JÚNIOR. E-mail: <spydera@ig.com.br>.

² Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Educação Física e Motricidade Humana, Laboratório de Nutrição e Metabolismo Aplicados ao Exercício. São Carlos, SP, Brasil.

³ Universidade Estadual Paulista, Pós-Graduação em Ciências Nutricionais. Araraquara, SP, Brasil.

⁴ Universidade Camilo Castelo Branco, Faculdade de Educação Física. Descalvado, SP, Brasil.

sacrifício, o plasma, os tecidos adiposos brancos e o marrom, o músculo gastrocnêmio e o fígado foram coletados e pesados.

Resultados

A suplementação *per se* não promoveu modificação na ingestão alimentar e na massa corporal dos animais. Houve aumento na glicemia de jejum ($p < 0,05$), nas lipoproteínas de alta densidade ($p < 0,05$), no colesterol total ($p < 0,05$) e redução dos triacilgliceróis. A suplementação associada ao treinamento reduziu a massa corporal ($p < 0,05$) e aumentou o peso relativo do tecido adiposo, do fígado e a glicemia de jejum.

Conclusão

A suplementação com ácido linoléico conjugado associada à prática de exercício físico parece ter influência no balanço energético, mas, por outro lado, o aumento no peso do fígado indica que a ingestão deste ácido graxo pode ter efeitos indesejáveis, aumentando as chances de desenvolvimento do fígado gorduroso. Estes achados apontam perspectivas para novos estudos envolvendo análises histológicas do fígado, expressão gênica de enzimas chaves do metabolismo lipídico e de carboidratos, associados ou não a diferentes protocolos de treinamento físico.

Termos de indexação: Ácidos linoléicos. Estudos experimentais. Natação. Ratos.

ABSTRACT

Objective

The objective of this study was to evaluate the effects of conjugated linoleic acid supplementation associated with moderate swimming training on body composition, food efficiency and consumption, blood glucose, lipid profile, and muscle and liver glycogen of Wistar rats.

Methods

Thirty-day old Wistar rats were divided into the following groups: inactive, inactive with 2% conjugated linoleic acid supplementation, active, and active with 2% conjugated linoleic acid supplementation. They remained in individual cages with food and water ad libitum, temperature of $23 \pm 1^\circ\text{C}$ and a light and dark cycle of 12 hours for 8 weeks. The active groups swam for one hour three times per week. The animals were killed and the plasma, white and brown fat tissues, gastrocnemius muscle and liver were collected and weighted.

Results

Supplementation per se did not promote food intake or body weight changes in the animals. Fasting glucose ($p < 0.05$) and high density lipoproteins (HDL, $p < 0.05$) increased and triacylglycerols decreased. Supplementation associated with activity decreased body mass ($p < 0.05$) and increased the relative weight of fat tissues, liver and fasting glucose.

Conclusion

Conjugated linoleic acid supplementation associated with physical activity seems to influence energy balance. On the other hand, the increased liver weight indicates that intake of this fatty acid may have undesirable side-effects, increasing the chances of developing fatty liver. This new perspective makes way for new studies including histological analyses of the liver and gene expression of key enzymes from the lipid and carbohydrate metabolism, associated or not with different physical training protocols.

Indexing terms: *Linoleic acid. Experimental studies. Swimming. Rats.*

INTRODUÇÃO

O Ácido Linoléico Conjugado (CLA) é classificado como um grupo de isômeros de posição e geométricos com duplas ligações conjugadas do ácido octadecadienóico (C18: 2),

em que as duplas ligações são conjugadas em vez de existirem na configuração interrompida metilênica típica¹⁻³. Nove isômeros diferentes do CLA foram relatados como de ocorrência natural nos alimentos, sendo o 9-*cis*;11-*trans* (9-*c*;11-*t*) o de maior ocorrência. Este isômero está incorporado

à membrana plasmática e parece ter relação com propriedades anticarcinogênicas e com a melhora da *performance* no crescimento dos animais. Já o isômero 10-*trans*; 12-*cis* (10-*t*; 12-*c*) não está incorporado às membranas e parece ter maior relação com o metabolismo energético^{1,3}.

A habilidade do ácido linoléico conjugado em alterar a composição corporal, aumentando a massa magra e reduzindo a massa gorda em diferentes espécies, tais como: camundongos, hamsters, ratos, porcos e humanos tem sido amplamente estudada⁴⁻⁷. Devido a seu suposto potencial benéfico, como manutenção/redução da massa corporal e do percentual de gordura, o CLA tem sido denominado como um possível fator para o controle de doenças, como a obesidade⁴. O efeito do CLA na prevenção e no tratamento do *diabetes mellitus* tipo 2 parece estar associado à dose, ao isômero, à espécie, ao sexo e, principalmente, à existência prévia de obesidade e de resistência à ação da insulina^{8,9}.

Essa discussão a respeito da suplementação com CLA tem aumentado frente aos resultados, muitas vezes controversos, encontrados por pesquisadores. Nesse contexto é importante ressaltar que alguns efeitos indesejáveis, como o aumento da resistência à insulina, a hiperglicemia e a hiperinsulinemia de jejum, relacionados ao uso do CLA, foram encontrados tanto em estudos com humanos como em animais¹⁰. Nesse sentido, a dieta balanceada e o exercício físico regular têm sido apontados como medidas terapêuticas no processo de prevenção e atenuação da obesidade e de outras doenças metabólicas, devido à promoção de importantes alterações no metabolismo lipídico, à diminuição no percentual de gordura corporal e ao aumento da massa magra. Assim, os resultados de pesquisas envolvendo o uso do ácido linoléico conjugado como coadjuvante no controle de peso e aumento de massa magra, tem levado ao uso indiscriminado de uma mistura sintética de isômeros do CLA (9-*c*, 11-*t*; 10-*t*, 12-*c*) por praticantes de exercício físico. Desse modo, é importante ressaltar que o uso de animais em protocolos experimentais deve mimetizar as

particularidades do treinamento físico, da dieta entre outras variáveis correspondentes em seres humanos¹¹. Devido a este fato, objetivou-se neste estudo simular os efeitos da suplementação de uma mistura comercial de ácido linoléico conjugado, associada ao treinamento físico moderado de natação sobre a composição corporal, o consumo e a eficiência alimentar, o perfil lipídico, a glicemia de jejum e o glicogênio muscular e hepático de ratos Wistar em crescimento.

MÉTODOS

Para este experimento foram utilizados 34 ratos da linhagem Wistar, com 21 dias de vida, procedentes do Biotério Central da Universidade Federal de São Carlos (SP). Os animais foram previamente adaptados durante sete dias ao ambiente do Laboratório de Nutrição e Metabolismo do Departamento de Educação Física. Durante todo o período experimental de oito semanas, os animais permaneceram em gaiolas individuais de polipropileno (30 x 20 x 13cm), com água e ração *ad libitum*, com temperatura controlada de 23°C (com variação de 1°C) e foto período claro-escuro de 12 horas. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa de Experimentação Animal da Universidade Federal de São Carlos (CCEA/UFSCar), de acordo com o protocolo nº 055/2007.

Animais com 30 dias de vida pesando em média 88g (Desvio-padrão - DP=5) foram divididos aleatoriamente em 4 grupos: grupo sedentário (S, n=8); grupo treinado (T, n=8); grupo sedentário suplementado com CLA (SS, n=9); grupo treinado suplementado com CLA (TS, n=9). Todos os animais foram alimentados *ad libitum* com dieta padrão PRIMOR® (São Paulo, Brasil) em forma de *pellets*, própria para roedores. De acordo com o fabricante, cada 100g de dieta contém: 23g de proteína, 49g de carboidrato, 4g de gordura, 5g de fibra, 7g de cinza e 6g de vitaminas.

A massa corporal e o consumo alimentar foram controlados durante todo o período experimental. O consumo alimentar foi calculado a

partir da diferença de peso entre a ração ofertada e o resto do dia anterior, sendo que a ração ofertada foi em forma de *pellet* e esta foi colocada sobre a grade da caixa para evitar eventual desperdício. Já a eficiência alimentar foi calculada diariamente a partir do ganho de massa corporal, dividido pelo consumo alimentar, sendo posteriormente calculada a média da semana¹².

Os animais dos grupos treinados realizaram treinamento moderado de natação em tanques individuais (60cm de profundidade), com água mantida à temperatura de 30°C (com variação de 2°C). Cada sessão de natação teve duração de 60 minutos e foram realizadas três vezes na semana em dias alternados. Foi adicionada sobrecarga de 5% da massa corporal atada à cauda de cada animal, para que os animais não ficassem flutuando, mensurada previamente a cada sessão de treinamento¹³.

Os animais suplementados receberam ácido linoléico conjugado sintético da marca Probiótica®, uma mistura dos isômeros (9-*t*, 11-*c*; 10-*c*, 12-*t*), quantificado a 2% do total do consumo alimentar diário, 1 hora antes do início de cada sessão de natação. Realizou-se a suplementação com CLA por meio de entubação orogástrica com seringa descartável de 1mL e agulha de gavagem¹⁴. Os animais que não receberam suplementação foram submetidos à gavagem utilizando água como veículo, para eliminar a influência do estresse promovido pelo procedimento.

Ao final de oito semanas de tratamento, todos os animais foram sacrificados por decapitação em guilhotina. Os tecidos adiposos brancos Epididimal (EPI), Retroperitoneal (RET) e Visceral (VISC), o Tecido Adiposo Marrom (TAM), o Fígado (FIG) e o Músculo Gastrocnêmio (GAST) foram coletados, pesados e estocados em freezer a -20°C. O sangue foi coletado em tubos não heparinizados, centrifugado (para obtenção do soro) e analisado imediatamente após a coleta.

Imediatamente após a obtenção do soro, alíquotas foram utilizadas para mensuração de concentração de glicose, colesterol total, lipopro-

teína de baixa densidade (HDL-colesterol) e triacilglicerol. Kits comerciais da marca Laborlab® foram utilizados e as amostras foram analisadas por método enzimático colorimétrico com leitura em espectrofotômetro ultravioleta (*model* UV-160 1PC, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan).

A concentração hepática e muscular de glicogênio foi quantificada por método colorimétrico, o qual avalia a concentração de glicosil-glicose utilizando-se um padrão de 100nmols de glicose¹⁵. A leitura foi realizada em espectro-fotômetro (480nm), modelo UV -1601PC (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan) e os valores foram apresentados em mmols glicosil-glicose/g tecido.

Os resultados estão expressos como média e desvio-padrão (DP). Para a análise dos dados foi utilizado o *software* InStat 3.0 for Windows 95 (GraphPad, San Diego, CA, USA, 1998). As comparações foram realizadas pelo teste de variância ANOVA *two-way* e foi aplicado Teste de Tukey-Kramer, para verificação de diferenças estatísticas entre as médias, com nível de significância de $p < 0,05$ para as variáveis analisadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Suplementação com ácido linoléico conjugado e sedentarismo

A suplementação com CLA, administrada em animais sedentários, não promoveu alterações significantes, quando comparadas às do grupo sedentário (S x SS) em relação à evolução da massa corporal (Figura 1), ao consumo alimentar (Figura 2) e à eficiência alimentar (Figura 3). Entretanto, houve diminuição do peso relativo do tecido retroperitoneal, como demonstra a Tabela 1. De acordo com recente revisão realizada por Mourão *et al.*¹, animais suplementados com ácido linoléico conjugado reduzem a gordura corporal apresentando efeitos variados na perda de peso. Estes dados controversos podem ser explicados devido aos diferentes tipos de isômeros do CLA, às diferentes dosagens administradas e aos diferentes animais utilizados em pesquisas¹⁶.

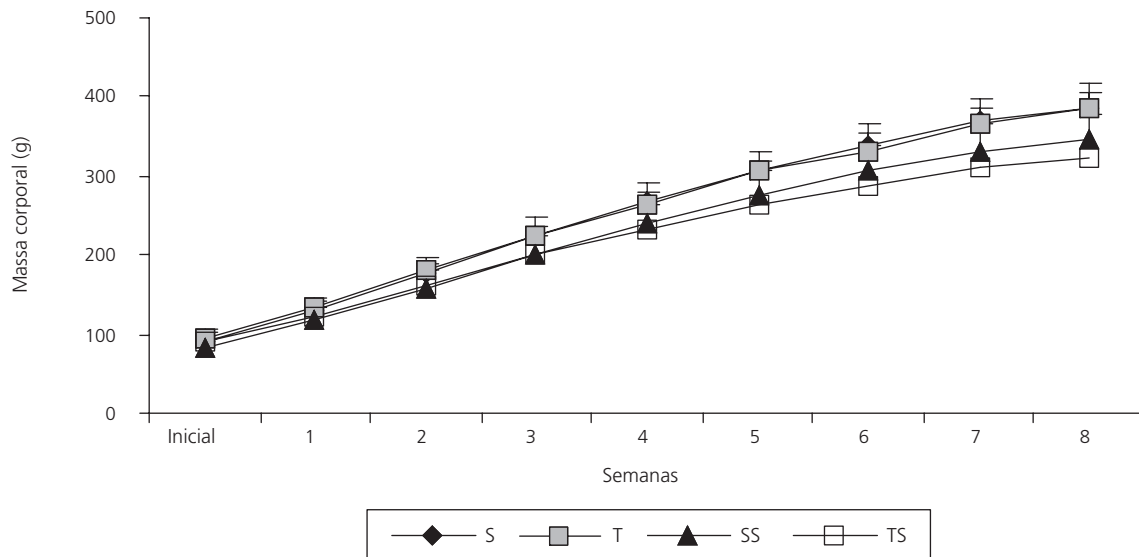


Figura 1. Evolução da massa corporal (gramas) de ratos submetidos à suplementação com ácido linoléico conjugado e/ou ao treinamento de natação, por 8 semanas. São Carlos (SP), 2007.

Nota: Os valores estão expressos como média e desvio-padrão. Diferentes subscritos: *versus S; *versus T, para $p < 0,05$. S: sedentário não suplementado (n=8); T: treinado não suplementado (n=8); SS: sedentário suplementado (n=9); TS: treinado suplementado (n=8); g: grama.

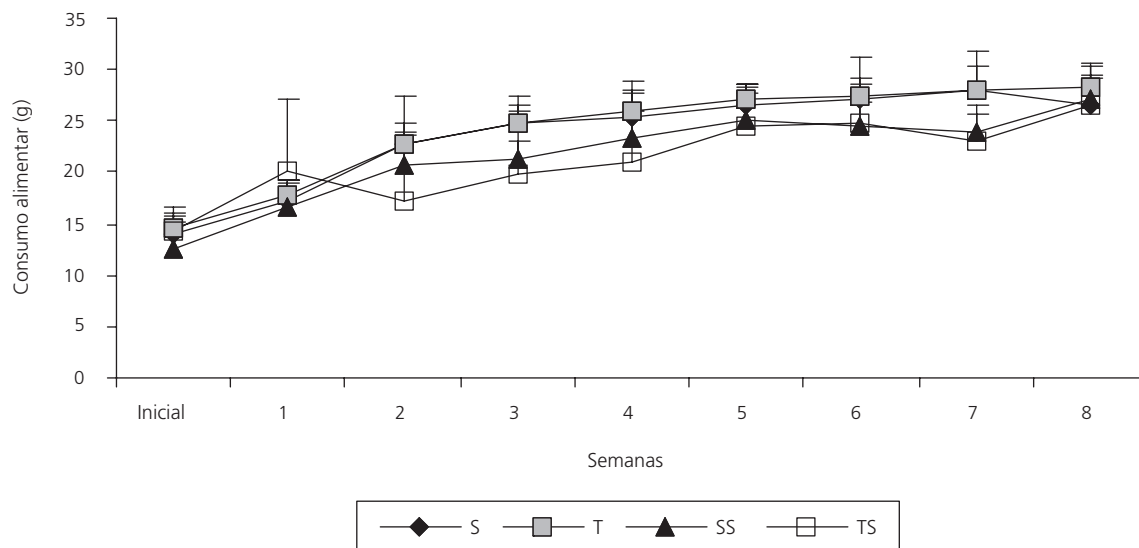


Figura 2. Evolução semanal do consumo alimentar (gramas) de ratos submetidos à suplementação com ácido linoléico conjugado e/ou ao treinamento de natação, por 8 semanas. São Carlos (SP), 2007.

Nota: Os valores estão expressos como média e desvio-padrão. Diferentes subscritos: *versus S; *versus T, para $p < 0,05$. S: sedentário não suplementado (n=8); T: treinado não suplementado (n=8); SS: sedentário suplementado (n=8); TS: treinado suplementado (n=8); g: grama.

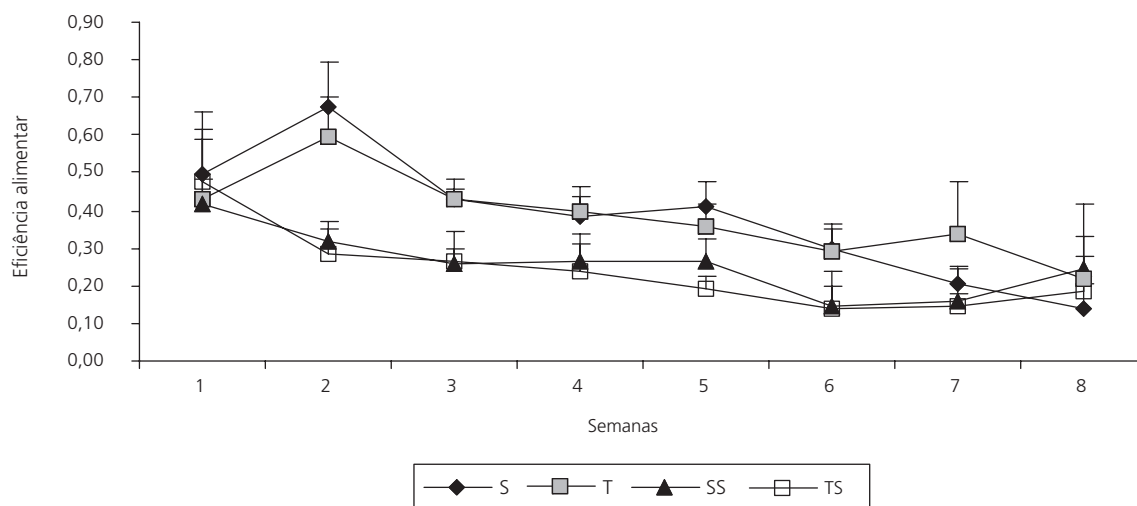


Figura 3. Eficiência alimentar de ratos submetidos à suplementação com ácido linoléico conjugado e/ou ao treinamento de natação, por 8 semanas. São Carlos (SP), 2007.

Nota: Os valores estão expressos como média e desvio-padrão. Diferentes subscritos: **versus* S; **versus* T, para $p < 0,05$. S: sedentário não suplementado (n=8); T: treinado não suplementado (n=8); SS: sedentário suplementado (n=9); TS: treinado suplementado (n=9).

Em outro estudo realizado com camundongos, tratados com CLA 2% durante 5 ou 14 dias, os autores verificaram aumento de quatro vezes na incidência de apoptose no tecido adiposo retroperitoneal¹⁷, o que poderia estar parcialmente de acordo com os resultados observados na Tabela 1. Além disso, outros estudos têm demonstrado as várias possibilidades de mecanismos de ação do CLA, sendo reportado o aumento na atividade da Lipase Hormônio Sensível (LHS), e, portanto aumento da lipólise em adipócitos, acompanhado por uma maior oxidação de Ácidos Graxos (AG) tanto no músculo esquelético quanto no tecido adiposo, pelo aumento da atividade da Carnitina-Palmitoil-Transferase (CPT)⁹. O efeito de redução do tecido adiposo retroperitoneal pode ser importante, pois seu acúmulo contribui para o aumento da adiposidade intra-abdominal aumentando as chances de desenvolvimento da obesidade e, conseqüentemente, de doenças correlacionadas, como *diabetes mellitus* tipo 2, resistência à ação da insulina e doenças cardiovasculares¹⁸.

Em relação ao tecido adiposo marrom a suplementação promoveu diminuição em seu peso relativo (Tabela 1), sugerindo efeitos específicos do ácido linoléico conjugado sobre a termogênese,

conforme demonstrado em estudo prévio de Takahashi *et al.*¹⁹. Sabe-se que o TAM é um importante sítio regulador da homeostase térmica e pode ser induzido de forma aguda pela administração de hormônios tireoidianos, pela estimulação simpática, pelo frio, bem como pela ingestão alimentar²⁰.

Um dado importante observado neste estudo foi o aumento do peso relativo do fígado decorrente da suplementação com CLA. Estudos mostraram que a suplementação alimentar com estes isômeros promove aumento do peso relativo do fígado²¹, bem como aumento no acúmulo de gordura neste órgão²². Ohnuki *et al.*²² observaram, em camundongos suplementados com ácido linoléico conjugado 1%, aumento no peso do fígado, sendo que em alguns animais houve o desenvolvimento de fígado gorduroso. Com base nesses estudos, pode-se sugerir que, nesta pesquisa, a suplementação com ácido linoléico conjugado deva ter aumentado o armazenamento de triacilglicerol no fígado, justificando o aumento no peso deste tecido (Tabela 1) e a redução na concentração sérica de triacilglicerol. Além disso, houve aumento na glicemia de jejum nos animais

sedentários suplementados, fato que pode ter contribuído para o aumento nos estoques de glicogênio muscular. A manutenção no teor de glicogênio hepático associada ao aumento na glicemia pode sugerir que o fígado esteja entrando em um processo de resistência à ação da insulina, uma vez que este é o maior órgão responsável pela manutenção da homeostase glicêmica (Tabela 2).

Suplementação com ácido linoléico conjugado e treinamento físico

O treinamento físico regular tem sido utilizado como importante estratégia para a promoção da saúde e o controle de doenças crônicas não-transmissíveis²³. Estudos experimentais têm mostrado que o exercício moderado de natação, quando associado à dieta balanceada reduz a adipo-

Tabela 1. Peso relativo dos tecidos (g de tecido/100g de peso corporal) de ratos submetidos à suplementação com ácido linoléico conjugado e/ou ao treinamento de natação, por 8 semanas. São Carlos (SP), 2007.

Tecidos	Grupo S		Grupo T		Grupo SS		Grupo TS	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
EPI	0,81 (n=8)	0,12	0,75 (n=8)	0,15	0,71 (n=9)	0,19	1,06 (n=9)	0,20**
RET	1,34 (n=8)	0,13	1,27 (n=8)	0,20	0,96 (n=9)	0,09*	1,02 (n=9)	0,15*
VIS	0,80 (n=8)	0,10	0,82 (n=8)	0,13	0,94 (n=9)	0,08	1,22 (n=9)	0,22**
TAM	0,12 (n=8)	0,02	0,20 (n=8)	0,04*	0,06 (n=9)	0,02*	0,05 (n=9)	0,02**
GAST	0,50 (n=8)	0,04	0,50 (n=8)	0,03	0,50 (n=9)	0,012	0,51 (n=9)	0,03
FIG	3,24 (n=7)	0,14	3,02 (n=6)	0,1739*	3,53 (n=8)	0,2730*	3,30 (n=8)	0,17**

Valores expressos em média e desvio-padrão. Diferentes subscritos: *versus S; *versus T, para $p < 0,05$. S: sedentário não suplementado; T: treinado não suplementado; SS: sedentário suplementado; TS: treinado suplementado; EPI: tecido adiposo epididimal; RET: tecido adiposo retroperitoneal; VIS: tecido adiposo visceral; TAM: tecido adiposo marrom; GAST: músculo gastrocnêmio; FIG: fígado; g: grama.

Tabela 2. Concentrações séricas de glicose, colesterol total, HDL-colesterol e triacilglicerol (mg/dL) e teor de glicogênio muscular e hepático (mmol de glicosil-glicose/g tecido) de ratos submetidos à suplementação com ácido linoléico conjugado e/ou ao treinamento de natação, por 8 semanas. São Carlos (SP), 2007.

Concentrações séricas	Grupo S		Grupo T		Grupo SS		Grupo TS	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
Glicose	81,37 (n=8)	8,95	85,50 (n=8)	7,42	100,22 (n=9)	5,91*	108,25 (n=9)	6,18**
Colesterol total	29,28 (n=8)	2,13	28,37 (n=8)	3,24	34,57 (n=9)	3,73*	35,67 (n=9)	2,58**
HDL-c	14,42 (n=8)	1,39	15,71 (n=8)	1,49	18,00 (n=9)	1,69*	19,87 (n=9)	2,74**
Triacilglicerol	115,17 (n=8)	30,98	63,83 (n=8)	10,17*	81,42 (n=9)	13,16*	71,28 (n=9)	14,16*
Glicogênio muscular	105,03 (n=5)	8,71	132,33 (n=5)	17,90	351,40 (n=6)	86,81*	272,63 (n=9)	47,01**
Glicogênio hepático	151,45 (n=5)	49,36	50,86 (n=6)	19,91*	128,57 (n=6)	46,91*	279,21 (n=7)	57,19**

Nota: Os valores estão expressos em média (M) e desvio-padrão (DP). Diferentes subscritos: *versus S; *versus T, para $p < 0,05$. S: sedentário não suplementado; T: treinado não suplementado; SS: sedentário suplementado; TS: treinado suplementado; HDL-colesterol: lipoproteína de alta densidade; mg: miligramas; dL: decilitro; mmol: milimol; g: grama.

cidade e melhora o perfil lipídico, em ratos^{13,24}. Neste sentido, comparando o grupo treinado com o grupo treinado suplementado (T *versus* TS), verificou-se neste estudo, massa corporal reduzida dos animais quando o exercício foi associado à suplementação alimentar, após 8 semanas (Figura 1), sem alteração no consumo alimentar (Figura 2) e na eficiência alimentar (Figura 3). Por outro lado, o exercício sem suplementação não foi capaz de promover mudança significativa na massa corporal dos animais, quando comparado com os animais sedentários (S *versus* T) (Figura 1). Estes resultados sugerem que o CLA atua de forma efetiva no balanço energético, uma vez que também foi observada diminuição no peso relativo do tecido adiposo marrom, o qual é responsável pela termogênese, em todos os animais suplementados sedentários e treinados (Tabela 1).

Por outro lado, apesar de os animais do grupo treinado suplementado terem apresentado menor massa corporal, os tecidos adiposos visceral e epididimal apresentaram maior peso relativo em relação aos do grupo treinado - T *versus* TS (Tabela 1). Também houve aumento nas concentrações séricas de colesterol total e HDL-colesterol, resultados estes atribuídos apenas à suplementação com CLA, uma vez que o exercício *per se*, neste estudo, não promoveu mudança nestas variáveis - S *versus* T (Tabela 2). No entanto, a diminuição da concentração de triacilglicerol observada neste estudo mostrou ter relação tanto com exercício como com a suplementação com CLA (S *versus* T e S *versus* SS). Já quando o exercício foi associado à suplementação, a concentração de triacilglicerol não apresentou diferença significativa em relação ao grupo treinado e sedentário suplementado (T *versus* TS e SS *versus* TS), sugerindo que a associação destes tratamentos não potencializa o efeito observado individualmente, como mostra a Tabela 2. Diferentemente destes resultados, estudo utilizando coelhos suplementados com uma mistura de isômeros de CLA apresentou aumento significativo na concentração sérica de colesterol total e diminuição do HDL-colesterol, mostrando que os mecanismos de ação do CLA ainda são inconclusivos²⁵.

Observou-se aumento na glicemia de jejum (Tabela 2), tanto dos animais sedentários suplementados como dos treinados suplementados (T *versus* TS, S *versus* TS), podendo este efeito ser consequência da suplementação com este ácido graxo. O ácido linoléico conjugado, de acordo com algumas evidências, altera o metabolismo hepático causando efeitos adversos na homeostase glicêmica em camundongos²⁵. Os resultados do atual estudo corroboram essas evidências.

Alguns estudos apontam que exercícios de intensidade baixa e moderada associados à suplementação alimentar com CLA, promovem aumento da glicemia^{16,26} e redução da insulínia^{2,26}, bem como aumento no consumo energético de ácidos graxos, o que, provavelmente, eleva os níveis de glicogênio hepático e muscular^{16,27}, devido à maior disponibilidade de lipídios como substrato energético, poupando o glicogênio. Tais resultados podem ser confirmados pelo estudo atual, uma vez que o valor glicêmico do grupo treinado suplementado encontra-se mais alto do que o do grupo sedentário sem suplementação (S *versus* TS), bem como os teores de glicogênio hepático e muscular (Tabela 2). No entanto, esta adaptação nos teores de glicogênio muscular e hepático não foi observada no grupo treinado, uma vez que não houve diferença significativa nos estoques de glicogênio muscular em relação ao sedentário (S *versus* T). Por outro lado, o glicogênio hepático apresentou-se diminuído, provavelmente devido à sua utilização como substrato energético durante o jejum, mantendo a glicemia em valores controle (Tabela 2). Confirmando os achados da literatura, observa-se, neste estudo, que o exercício moderado de natação, quando associado à suplementação com ácido linoléico conjugado, promove adaptações metabólicas tanto musculares quanto hepáticas, aumentando os estoques de glicogênio nestes tecidos (T *versus* TS). O CLA aumenta o teor lipídico da dieta, por ser um tipo de ácido graxo. Desse modo, os resultados deste estudo podem indicar, com relação aos estoques de glicogênio, que, quando o treinamento moderado é associado à suplementação, ocorre um meca-

nismo de adaptação poupador de glicogênio, o qual tenta estocar primeiramente energia na forma de substrato lipídico, para ser utilizado como fonte energética em futuras sessões de exercício.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, a suplementação com ácido linoléico conjugado, quando associada à prática de exercício físico, parece ter influência no balanço energético, uma vez que reduziu a massa corporal dos animais sem alterar a ingestão alimentar, após 8 semanas de tratamento. Houve também contribuição para melhora nas variáveis do perfil lipídico. Por outro lado, esses animais apresentaram maior adiposidade intra-abdominal e aumento na glicemia de jejum. Considerando o fígado o maior órgão responsável pela homeostase glicêmica, o aumento no peso relativo deste órgão, observado neste estudo com o uso do CLA como suplemento alimentar, indica que a ingestão deste ácido graxo pode ter efeitos indesejáveis, como o aumento nas chances de desenvolvimento do fígado gorduroso. Estes achados apontam perspectivas para novos estudos do efeito do ácido linoléico conjugado, envolvendo análises histológicas do fígado, expressão gênica de enzimas chaves do metabolismo lipídico e de carboidratos associados ou não a diferentes protocolos de treinamento físico.

COLABORADORES

A.E. AQUINO JUNIOR foi responsável pela pesquisa, pelo experimento, pela análise estatística e pela redação do manuscrito. G.K.Z.S. DOURADO contribuiu com a pesquisa e a realização do estudo experimental. F.O. DUARTE contribuiu com o embasamento teórico, a redação do manuscrito e as técnicas laboratoriais utilizadas no estudo. A.C.G.O. DUARTE co-orientadora do estudo - contribuiu disponibilizando os equipamentos e as dependências do Laboratório de Nutrição e Metabolismo e co-orientando o estudo. M. SENE-FIORESE orientadora do estudo, contribuiu com a apresentação dos métodos e das técnicas utilizadas na pesquisa e com o delineamento experimental e estatístico.

REFERÊNCIAS

1. Mourão DM, Monteiro JBR, Costa NMB, Stringheta PC, Minim VPR, Dias CMGC. Ácido linoléico conjugado e perda de peso. *Rev Nutr.* 2005; 18(3): 391-9.
2. Faulconnier Y, Arnal M-A, Mirand PP, Chardigny JM, Chilliard Y. Isomers of conjugated linoleic acid decrease plasma lipids and stimulate adipose tissue lipogenesis without changing adipose weight in post-prandial adult sedentary or trained Wistar rat. *J Nutr Biochem.* 2004; 15(9):741-8.
3. Pariza MW, Park Y, Cook ME. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. *Prog Lipid Res.* 2001; 40(4):283-98.
4. Wang YW, Jones PJH. Conjugated linoleic acid and obesity control: efficacy and mechanisms. *Int J Obes (London).* 2004; 28(8):941-55.
5. Sisk MB, Hausman DB, Martin RJ, Azain MJ. Dietary conjugated linoleic acid reduces adiposity in lean but not obese Zucker rats. *J Nutr.* 2001; 131(6): 1668-74.
6. Deckere EAM, van Amelsvoort JMM, McNeill GP, et al. Effects of conjugated linoleic acid (cla) isomers on lipid levels and peroxisome proliferation in the hamster. *Br J Nutr.* 1999; 82(4):309-17.
7. Park Y, Albright KJ, Liu W, Storkson JM, Cook ME, Pariza MW. Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. *J Lipids.* 1997; 32(8): 853-8.
8. Taylor CG, Zahradka P. Dietary conjugated linoleic acid and insulin sensitivity and resistance in rodent models. *Am J Clin Nutr.* 2004; 79 (6):1164S-8S.
9. Hargrave KM, Azain MJ, Kachman SD, Miner JL. Conjugated linoleic acid does not improve insulin tolerance in mice. *Obes Res.* 2003; 11(9):1104-15.
10. Smedman A, Vessby B. Conjugated linoleic acid supplementation in humans. *Metabolic Effects.* 2001; 36(8):773-81.
11. Thibault L, Woods SC, Westerterp-Plantenga MS. The utility of animal models of human energy homeostasis. *Br J Nutr.* 2004; 92(13 Suppl 1): S41-5.
12. Manzoni MSJ, Rossi EA, Carlos IZ, Vendramini RC, Duarte AC, Dâmaso AR. Fermented soy products supplemented with isoflavones affected fat depots in juvenile rats. *Nutrition.* 2005; 21(10):1018-24.
13. Duarte FO, Sene MO, Oishi JC. O exercício de final de semana contribui para o controle das dislipidemias em ratos adultos machos alimentados com dieta rica em gorduras. *Rev Bras Fisioter.* 2003; 7(3):229-35.

14. Botelho AP, Santos-Zago LF, Reis SMPM, Oliveira AC. A suplementação com ácido linoléico conjugado reduziu a gordura corporal em ratos Wistar. *Rev Nutr.* 2005; 18(4):561-5.
15. Duarte ACGO, Fonseca DF, Manzoni MSJ, Soave CF, Sene-Fioresse M, Dâmaso AR, *et al.* Dieta hiperlipídica e capacidade secretória de insulina em ratos. *Rev Nutr.* 2006; 19(3):341-8.
16. Mizunoya W, Haramizu S, Shibakusa T, Okabe Y, Fushiki T. Dietary conjugated linoleic acid increases endurance capacity and fat oxidation in mice during exercise. *Lipids.* 2005; 40(3):265-71.
17. Miner JL, Cederberg CA, Nielsen MK, Chen X, Baile CA. Conjugated linoleic acid (CLA), body fat, and apoptosis. *Obes Res.* 2001; 9(2):129-34.
18. Azain MJ, Hausman DB, Sisk MB, Flatt WP, Jewell DE. Dietary conjugated linoleic acid reduces rat adipose tissue cell size rather than cell number. *J Nutr.* 2000; 130(6):1548-54.
19. Takahashi Y, Kushi M, Shinohara K, IT. Dietary conjugated linoleic reduces body fat mass and affects gene expression of proteins regulating energy metabolism in mice. *Comp Biochem Physiol Biochem Mol Biol.* 2002; 133(3):395-404.
20. Westerterp KR. Diet induced thermogenesis. *Nutr Metab (London).* 2004; 1(1):1-5.
21. Belury MA. Dietary conjugated linoleic acid in health: physiological effects and mechanisms of action. *Ann Rev Nutr.* 2002; 22(4):505-31.
22. Ohnuki K, Haramizu S, Ishihara K, Fushiki T. Increased energy metabolism and suppressed body fat accumulation in mice by a low concentration of conjugated linoleic acid. *Biosci Biotechnol Biochem.* 2001; 65(10):2200-4.
23. Saris WHM, Blair SN, van Baak MA, Eaton SB, Davies PSW, Di Pietro L, *et al.* How much physical activity is enough to prevent unhealthy weight gain? Outcome of the IASO 1st Stock Conference and consensus statement. *Obes Rev.* 2003; 4(2): 101-14.
24. Burneiko RCM, Diniz YS, Galhardi CM, Rodrigues HG, Ebaid LA, Padovani CR, *et al.* Interaction of hypercaloric diet and physical exercise on lipid profile, oxidative stress and antioxidant defenses. *Food Chem Toxicol.* 2006; 44(7):1167-72.
25. Larsen TM, Toubro S, Astrup A. Efficacy and safety and dietary supplements containing CLA for the treatment of obesity: evidence from animal and human studies. *J Lipid Res.* 2003; 44(12): 2234-41.
26. Bhattacharya A, Rahman M, Sun D, Lawrence R, Mejia W, McCarter R, *et al.* The combination of dietary conjugated linoleic acid and treadmill exercise lowers gain in body fat mass and enhances lean body mass in high fat-fed male balb/c mice. *J Nutr.* 2005; 47(8):1124-30.
27. Bernardes D, Manzoni MSJ, Souza CP, Tenório N, Dâmaso AR. Revista Brasileira de Educação Física e Esportes: efeitos da dieta hiperlipídica e do treinamento de natação sobre o metabolismo de recuperação ao exercício em ratos. *Exercício.* 2004; 18(2):191-200.

Recebido em: 28/9/2007

Versão final reapresentada em: 25/11/2008

Aprovado em: 30/3/2009

Fatores de risco para sobrepeso entre adolescentes: análise de três cidades brasileiras

Risk factors for overweight among adolescents: analysis of three Brazilian cities

Isabela da Costa RIBEIRO¹

Fernando Antonio Basile COLUGNATI²

José Augusto de Aguiar Carrazedo TADDEI³

RESUMO

Objetivo

Realizar análise comparativa de fatores de risco para sobrepeso em adolescentes de três cidades brasileiras, Pelotas, São Paulo e Goiânia.

Métodos

Os três bancos de dados são provenientes de estudos com delineamento do tipo caso-controle, que investigaram fatores de risco para sobrepeso/obesidade entre adolescentes das três cidades. Classificaram-se os adolescentes como sobrepeso quando o Índice de Massa Corporal estava acima do percentil 85 em relação ao padrão de referência do *National Center for Health Statistics*. Procedeu-se à análise multivariada com modelo hierárquico de regressão logística.

Resultados

Foram estudados 903 adolescentes pós-púberes (443 casos e 460 controles). A análise não-ajustada dos três bancos de dados combinados aumentou o poder das associações quando meninos e meninas foram considerados separadamente. Educação materna menor ou igual a 8 anos duplicou o risco de sobrepeso entre meninas; obesidade dos pais esteve fortemente associada ao sobrepeso dos adolescentes; tempo de televisão maior ou igual a 4 horas associou-se ao sobrepeso apenas entre meninas; consumo de gordura visível da carne aumentou o risco de sobrepeso entre os meninos em 70% e consumo de frituras apresentou associação inversa entre as meninas. Finalmente, o consumo de álcool esteve significativo e inversamente associado ao sobrepeso entre meninos.

Conclusão

Meninas pós-púberes, provenientes de famílias com baixa escolaridade, devem receber atenção especial durante o planejamento e a execução de estratégias de prevenção e controle do sobrepeso.

Termos de indexação: Adolescente. Epidemiologia analítica. Índice de massa corporal. Sobrepeso.

¹ Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Curso de Nutrição. Curitiba, PR, Brasil.

² Instituto de Pesquisas em Tecnologia e Inovação. São Paulo, SP, Brasil.

³ Universidade Federal de São Paulo, Departamento de Pediatria. R. Loefgreen, 1647, Vl. Clementino, 04040-032, São Paulo, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: J.A.A.C. TADDEI. E-mails: <taddei.dped@epm.br>; <nutsec@yahoo.com.br>.

ABSTRACT

Objective

The objective of this study was to conduct a comparative analysis of risk factors for overweight among adolescents from three Brazilian cities, Pelotas, São Paulo and Goiânia.

Methods

The three datasets derived from case-control studies that investigated risk factors for overweight/obesity among adolescents from the three cities. Adolescents were classified as overweight when body mass index exceeded the 85th percentile of the National Center for Health Statistics. Multivariate analysis using a hierarchical logistic regression model was performed.

Results

A total of 903 postpubertal adolescents were studied (443 cases and 460 controls). The unadjusted analysis combining the 3 datasets improved the power of associations when males and females were addressed separately. Maternal education ≤ 8 years doubled the risk of overweight among girls; parents' obesity was a strong predictor of adolescents' overweight; watching television for ≥ 4 hours was significantly associated with females' overweight but not males'; consumption of visible fat from meat increased the risk of overweight among boys by 70% while the consumption of fried foods had a negative association with girls' body mass index. Finally, alcohol consumption was significantly and inversely associated with overweight among boys only.

Conclusion

Postpubertal girls from families with lower educational levels should receive special attention when strategies to prevent and control overweight are planned and executed.

Indexing terms: Adolescent. Analytic Epidemiology. Body mass index. Overweight.

INTRODUÇÃO

A adolescência é um período de mudanças intensas na vida de qualquer indivíduo. O rápido crescimento linear, associado a alterações hormonais, cognitivas e emocionais, faz com que a adolescência seja considerada um período da vida especialmente vulnerável do ponto de vista da nutrição¹. É também fase de eleição para a incorporação de medidas preventivas, uma vez que, em função de modismos, propaganda, escola, amigos e contestação de valores familiares e sociais, os adolescentes podem modificar seus hábitos alimentares².

A prevalência mundial de obesidade vem aumentando rapidamente, sendo considerada uma epidemia nos países desenvolvidos. Em países em desenvolvimento, experimentando acelerado processo de urbanização, a obesidade é, ao lado de outros agravos ligados ao subdesenvolvimento, um dos maiores problemas de saúde pública^{3,4}. No Brasil, a análise das informações obtidas em quatro inquéritos nutricionais (1974/1975, 1989,

1996/1997 e 2002/2003) demonstra intenso aumento na prevalência de sobrepeso entre adolescentes, afetando-os de forma diferenciada, segundo região estudada, sexo e faixa etária⁵. O último desses inquéritos estima entre 18,0 e 15,4% o excesso de peso no país entre adolescentes de 10 a 19 anos⁶.

O predomínio de fatores de risco relacionados à dieta, à atividade física e ao sobrepeso/obesidade aumenta, à medida que o estilo de vida dos brasileiros fica mais parecido com o dos países desenvolvidos. Esses fatores de risco elevam os riscos de doenças crônicas como diabetes, hipertensão, doenças cardiovasculares, infarto agudo do miocárdio e certas formas de câncer⁷.

As implicações econômicas dessas mudanças no perfil epidemiológico da população mundial já são visíveis e profundas, seja do ponto de vista do comprometimento da saúde daqueles que representam mão-de-obra necessária para o contínuo desenvolvimento dos países como dos gastos diretos e indiretos com serviços médicos e

atenção à saúde em geral⁸. Sichieri & Nascimento⁹ demonstram, em seu estudo, que as despesas com hospitalização por obesidade/sobrepeso como causa direta não representam grande impacto nos custos hospitalares no Brasil. No entanto, em 2001 a proporção de despesas com as co-morbidades de obesidade e sobrepeso foram equivalentes a 3,02% e 5,83% dos custos totais de hospitalização para homens e mulheres, respectivamente⁹.

Os dados apresentados a seguir são provenientes de três cidades brasileiras experimentando diferentes estágios de transição epidemiológica e nutricional em função das diversas fases dos processos demográficos e de desenvolvimento em que se encontram. O Quadro 1 descreve algumas características demográficas¹⁰ dessas três cidades, a fim de ilustrar diferenças no que tange à densidade populacional, à longevidade, à escolaridade e à renda. A proposta de análise dos três bancos de dados de forma combinada, utilizando-se técnicas estatísticas adequadas, constitui-se em estratégia para potencializar os efeitos das variáveis independentes sobre o desfecho (sobrepeso entre adolescentes).

Este estudo teve dois propósitos: 1) desenvolver e testar metodologia para a comparabilidade de estudos com questionários diferentes, a partir da manipulação de variáveis compatíveis; 2) proceder à análise comparativa de fatores de risco para sobrepeso entre os três grupos de adolescentes, desenvolvendo modelo de risco para sobrepeso entre os adolescentes estudados segundo o sexo.

MÉTODOS

Apresentam-se a análise de três diferentes bancos de dados provenientes de estudos com delineamento do tipo caso-controle, que investigaram fatores de risco para sobrepeso/obesidade entre adolescentes de Pelotas¹¹, São Paulo¹², e Goiânia¹³.

A fim de garantir a qualidade e a comparabilidade dos estudos a serem combinados foram formulados *a priori* os seguintes critérios de inclusão¹⁴: 1) delineamento tipo caso-controle; 2) coleta de dados antropométricos e entrevistas realizadas por equipes treinadas segundo os mesmos critérios; 3) questionários padronizados e pré-codificados; 4) parecer favorável do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), nº CEP 0472/06. Além destes critérios, ressalta-se que os três estudos foram desenvolvidos junto à Disciplina de Nutrologia, Departamento de Pediatria da Unifesp, garantindo o uso de abordagens de coleta dos dados bastante similares, já que as pesquisadoras receberam treinamento na mesma unidade. Para a medida de peso os entrevistados, vestindo roupas leves e descalços, foram pesados em balança eletrônica com precisão de 100g. A medida de altura foi realizada com fita métrica inextensível e esquadro de madeira, os adolescentes permanecendo em pé, descalços sobre superfície plana, com os pés unidos e com calcanhares, ombros e cabeça em ângulo reto com essa superfície e olhando para frente.

Quadro 1. Características demográficas das cidades de Pelotas, Goiânia e São Paulo. São Paulo, 2001/2002.

Características	Pelotas (RS)	Goiânia (GO)	São Paulo (SP)
População em 2001/2002	320 850	1 093 007	10 435 546
Habitantes/100km ²	21,0	160,0	717,0
Residentes ≥65 anos de idade (%)	8,1	4,5	6,4
Residentes ≥10 anos de idade com menos de um ano de estudo (%)	5,0	4,0	3,9
Residentes ≥10 anos de idade com ≥11 anos de estudo (%)	22,7	31,9	32,1
Residentes ≥10 anos de idade com rendimento mensal até 1 salário-mínimo (%)	17,2	13,2	5,9
Residentes ≥10 anos de idade com rendimento mensal ≥10 salários-mínimos (%)	5,2	8,3	10,8

População em estudo

Pelotas

Estudo conduzido na cidade de Pelotas (RS), entre os meses de agosto e dezembro de 2000. Foram pesados e medidos 1 608 adolescentes nascidos entre 1/1/1980 e 31/12/1985, os quais representaram 96,6% dos participantes das aulas de educação física de todas as escolas particulares da cidade de Pelotas nessa faixa etária. Ao final dessa primeira fase foram identificados 264 (16,4%) adolescentes com sobrepeso (casos), com Índice de Massa Corporal IMC ($\text{peso}/\text{altura}^2$) igual ou acima do percentil 85, segundo classificação proposta por Must *et al.*¹⁵. Para cada indivíduo foi identificado aleatoriamente um controle, pareado por sexo e idade, selecionado entre os indivíduos apresentando IMC entre os percentis 5 e 85, ponto de corte utilizado para garantir que apenas adolescentes eutróficos fossem classificados como controles¹¹. Além da entrevista com os adolescentes, houve um contato telefônico com os pais ou responsáveis pelos mesmos, durante o qual foram coletadas informações sobre o adolescente (peso ao nascer, amamentação) e os pais biológicos (peso, altura, escolaridade).

São Paulo

O estudo de São Paulo¹² foi desenvolvido como parte do *Projeto ECCHOS* (Estudos Clínicos sobre Crescimento, Hipertensão Arterial, Obesidade e Saúde Bucal) da Unifesp. Foram pesados e medidos 1 420 adolescentes, os quais representam 98,6% dos estudantes da faixa etária estudada, matriculados em escola pública. A coleta de dados antropométricos e as entrevistas com casos e controles foram realizadas por nutricionistas e pediatras durante o ano de 2002. Além dos adolescentes, pais ou responsáveis também compareceram às entrevistas, nas quais foi possível obter informações sobre o adolescente e sobre a escolaridade e as medidas de peso e estatura dos

pais biológicos. Com o intuito de estudar adolescentes apresentando maiores riscos de obesidade, particularmente nesse estudo foram considerados casos os adolescentes com IMC igual ou acima do percentil 89 (15,2% do total), sendo os controles definidos segundo os mesmos critérios do estudo de Pelotas, pareados por idade, sexo e estágio puberal.

Goiânia

Estudo conduzido na Universidade Federal de Goiás (UFG), *Campus* Goiânia entre setembro e dezembro de 2004¹³, no qual foram pesados e medidos 1 465 estudantes com até 19 anos completos na data de alocação para o estudo, dos quais 8,26% apresentavam sobrepeso segundo o mesmo critério descrito no estudo de Pelotas. No estudo original de Menezes¹³ foram identificados dois controles para cada caso. As informações obtidas por entrevista foram complementadas por aquelas obtidas em contato telefônico com os pais ou responsável. A fim de atender os propósitos do presente estudo definiu-se a amostra com um controle para cada caso a partir de sorteio dos controles, que foram em seguida pareados por sexo e idade com os casos.

Nos três estudos calculou-se o IMC dos pais a partir do peso e da estatura auto-referidos, considerando-se IMC acima de $30\text{kg}/\text{m}^2$ indicativo de obesidade¹⁶. Estudos publicados na literatura internacional são controversos quanto à validade e à confiabilidade do peso e estatura auto-referidos, geralmente relatando superestimação do peso e subestimação da altura, em comparação com valores medidos diretamente¹⁷. Entretanto, evidências de estudos nacionais¹⁸ indicam alta sensibilidade e especificidade das informações de peso e altura auto-referidas. Fonseca *et al.*¹⁸, estudando 3 713 funcionários técnico-administrativos de uma universidade do Rio de Janeiro, observaram alta concordância entre altura e peso aferidos e informados, este último, independentemente de idade, escolaridade, renda e estado nutricional.

A amostra final do estudo de Pelotas constituiu-se de 508 adolescentes (254 casos e 254 controles), após contabilizar a perda de 10 pares por não identificação dos indivíduos casos ou controles para a etapa da entrevista. Em São Paulo, 42 adolescentes recusaram participação no estudo e outros quatro foram excluídos por diagnóstico de hipotireoidismo, sendo a amostra final constituída por 172 adolescentes (83 casos e 89 controles). Com perda de 73 adolescentes durante o estudo transversal, o estudo de Goiânia contou com amostra final de 223 adolescentes (106 casos e 117 controles). Informações mais detalhadas sobre as perdas amostrais dos estudos das três cidades podem ser encontradas nas respectivas publicações originais¹¹⁻¹³.

Para fins da presente análise, os adolescentes definidos como controles (eutróficos) nos três estudos anteriores, permaneceram com a mesma classificação, com exceção dos 50% do estudo de Goiânia que foram eliminados por sorteio. Casos foram definidos como os indivíduos com sobrepeso, assim identificados nos três estudos citados, utilizando-se o critério de Must *et al.*¹⁵ em Pelotas e em Goiânia e a adaptação proposta pelos pesquisadores (IMC > percentil 89) em função dos objetivos do estudo de São Paulo.

Procedeu-se à rigorosa leitura e análise dos três questionários utilizados nos estudos acima descritos, constatando-se que esses instrumentos, apesar de similares no conteúdo questionado, apresentavam diferenças com relação ao tipo de algumas variáveis (contínuas/catóricas), ao conteúdo das respostas (por exemplo, diferenças nas categorias de resposta, no caso das variáveis catóricas) ou ao contexto da pergunta. Dessa forma, foram selecionadas para o estudo apenas as variáveis que apresentavam comparabilidade nesses quesitos, de modo a possibilitar a análise conjunta das mesmas.

Inicialmente procedeu-se à análise bivariada para observar as prevalências de exposição para casos e controles e testar as associações segundo o teste de Pearson (χ^2) e as razões de chance (*Odds ratio*) com seus respectivos intervalos

de confiança (IC) com confiabilidade de 95%. Em seguida foi utilizado o modelo de regressão logística para estimar riscos ajustados para o sobrepeso nos indivíduos da amostra¹⁹, segundo modelo conceitual com quatro níveis hierárquicos: 1) Condição socioeconômica (escolaridade materna); 2) História dos pais (IMC materno e paterno); 3) História do adolescente (peso ao nascer); 4) Estilos de vida do adolescente (tempo assistindo televisão, horas de sono noturno, consumo de frituras, de gordura visível da carne, de pele do frango e de *fast food*, consumo de álcool e hábito de fumar). De acordo com essa abordagem, a escolha dos fatores a serem incluídos no modelo multivariado não se baseia unicamente em associações estatísticas, mas em modelo conceitual que descreve as relações hierárquicas entre os fatores de risco que estão sendo estudados²⁰. É importante salientar que apenas as variáveis comparáveis entre os três estudos compuseram os níveis hierárquicos, motivo pelo qual dois desses níveis estão representados por apenas uma variável.

Optou-se por testar todas as variáveis incluídas na análise bivariada na modelagem inicial, separadas por sexo. Os dois modelos finais (masculino e feminino) apresentam variáveis de todos os níveis hierárquicos propostos no modelo conceitual, dessa forma algumas variáveis permaneceram no modelo final, mesmo quando não associadas ao desfecho. A comparação de meninos e meninas foi feita considerando-se que os modelos apresentados foram ajustados independentemente, um para cada sexo.

RESULTADOS

Fizeram parte da análise 903 adolescentes (443 casos e 460 controles) com média de idade de 16,7 (1,3 Desvio-padrão - DP). Na Tabela 1 observa-se que a média de IMC das três cidades é bastante similar entre os controles, diferindo ligeiramente entre os casos. Para ambos os sexos, São Paulo apresenta a maior média, seguido de Goiânia e de Pelotas. A faixa de idade dos adoles-

centes variou de 15 a 20 anos em Pelotas, 14 a 19 em São Paulo, e 16 a 20 em Goiânia.

Na Tabela 2 encontram-se a distribuição percentual (%) dos fatores de risco para casos e controles, *Odds ratio* não-ajustado e respectivos intervalos de confiança, e teste de significância (χ^2 Pearson), segundo cada um dos estudos separadamente e para o três em análise combinada. Escolaridade materna menor do que 8 anos não se associou significativamente ao sobrepeso entre adolescentes, tanto na análise combinada como para as três cidades individualmente, apesar de ser possível observar uma tendência de risco entre adolescentes de São Paulo (associação limítrofe). Ressalta-se, no entanto, que a direção da associação, apesar de não significativa, é contrária em Pelotas, quando comparada às outras duas cidades e à análise dos três bancos combinados. Sobrepeso (25kg/m^2) e obesidade (30kg/m^2) da mãe apresentaram associação significativa em relação ao sobrepeso dos filhos nas três cidades e na análise combinada. O IMC paterno, por sua vez, apresentou comportamento bastante diverso: em Goiânia tanto sobrepeso como obesidade paternos não se associaram de forma significativa ao excesso de peso nos adolescentes; em São Paulo somente obesidade paterna não esteve associada ao desfecho, enquanto que em Pelotas e na análise conjunta das três cidades o IMC dos pais aparece associado positivamente ao sobrepeso dos filhos. Ao analisar a influência do peso ao nascer dos adolescentes sobre o sobrepeso dos mesmos, apenas no grupo de Pelotas foi observada associação significativa, o mesmo se repetindo

para a variável tempo assistindo televisão (TV). Dormir nove ou menos horas durante a noite não se mostrou como fator risco para sobrepeso nos três estudos, considerados separada ou conjuntamente. Quanto ao comportamento alimentar, aos hábitos de consumir bebidas alcoólicas e de fumar, não foram observadas associações entre casos e controles nos três estudos analisados separadamente, mantendo-se essa resposta na análise combinada. Ainda que não significantes, destacam-se algumas tendências a direções contrárias no caso do consumo de pele de frango em Pelotas; do consumo de *fast food* e do fumo na amostra de São Paulo.

A Tabela 3 ilustra os resultados da análise bivariada por sexo, a partir da qual foram identificadas as variáveis que entraram no modelo final de regressão. Com a estratificação por sexo ficou evidenciada a associação positiva do IMC paterno e materno com o IMC dos adolescentes de ambos os sexos. Assistir televisão por mais de quatro horas associou-se positivamente ao sobrepeso em meninas, enquanto que as variáveis escolaridade materna e sono noturno apresentaram associação inversa ao excesso de peso entre as adolescentes do sexo feminino, tendência já observada na Tabela 2.

Na Tabela 4 apresentam-se os resultados das duas análises multivariadas por sexo, em que se utilizou uma variável de identificação dos três bancos de dados, para a qual o modelo foi ajustado a fim de ponderar os tamanhos amostrais nos efeitos encontrados.

Tabela 1. Distribuição do índice de massa corporal de adolescentes (casos e controles) de três cidades brasileiras (Pelotas [2000], São Paulo [2002] e Goiânia [2004]), segundo cidade de residência e sexo.

Cidades de origem	IMC (kg/m^2)				IMC (kg/m^2)			
	Casos masculinos		Controles masculinos		Casos femininos		Controles femininos	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Pelotas	27,69	3,74	20,69	1,81	27,41	3,19	20,55	1,67
São Paulo	28,95	2,65	20,17	2,01	30,40	2,85	20,26	1,91
Goiânia	28,58	3,18	21,31	2,22	28,69	2,72	19,94	2,22
Total	28,11	3,48	20,73	1,96	28,39	3,25	20,30	1,91

DP: desvio-padrão.

Tabela 2. Odds ratio e respectivos intervalos de confiança de características relacionadas ao sobrepeso (IMC ≥ percentil 85) entre adolescentes brasileiros das cidades de Pelotas [2000], São Paulo [2002] e Goiânia [2004]*.

Variáveis	Pelotas					São Paulo				
	Casos (sim)		Controles (sim)		OR (IC 95%)	Casos (sim)		Controles (sim)		OR (IC 95%)
	n	%	n	%		n	%	n	%	
<i>Condição socioeconômica</i>										
Escolaridade materna ≤8 anos	18	7,1	22	8,7	0,8 (0,4-1,6)	26	31,7	18	20,2	1,8 (0,9-3,9)
<i>História dos pais</i>										
IMC materno ≥25kg/m ²	122	51,1	94	38,1	1,7 (1,2-2,5)	65	80,3	45	51,7	3,8 (1,8-8,1)
IMC paterno ≥25kg/m ²	179	78,6	146	63,5	2,1 (1,4-3,2)	52	77,6	47	61,8	2,1 (1,0-4,9)
IMC materno ≥30kg/m ²	41	17,2	19	7,7	2,5 (1,4-4,7)	31	38,3	19	21,8	2,2 (1,1-4,6)
IMC paterno ≥30kg/m ²	64	28,1	31	13,5	2,5 (1,5-4,2)	20	29,9	13	17,1	2,1 (0,9-5,0)
<i>História do adolescente</i>										
Peso ao nascer ≥4000g	47	18,5	31	12,2	1,6 (1,0-2,8)	6	6,7	10	12,1	1,9 (0,6-6,6)
<i>Inatividade física</i>										
Tempo de TV ≥4 horas/dia	118	46,5	84	33,1	1,8 (1,2-2,6)	16	19,3	16	18,0	1,1 (0,5-2,5)
Sono noturno ≤9 horas/dia	197	77,6	184	72,5	1,3 (0,9-2,0)	59	71,1	61	68,5	1,1 (0,6-2,3)
<i>Comportamento alimentar</i>										
Consumo de fritura ≥3 vezes/semana	48	18,9	51	20,1	0,9 (0,6-1,5)	31	37,4	36	40,9	0,9 (0,4-1,7)
Consumo de gordura visível da carne	56	22,1	46	18,1	1,3 (0,8-2,0)	16	19,3	14	15,9	1,3 (0,5-3,0)
Consumo de pele do frango	79	31,5	70	28,0	1,2 (0,8-1,8)	19	23,2	34	38,6	0,5 (0,2-1,0)
Consumo de fast food ≥3 vezes/semana	9	3,4	9	3,5	1,0 (0,3-2,9)	11	13,4	8	9,1	1,5 (0,5-4,7)
<i>Hábitos de saúde</i>										
Consumo de álcool	133	52,4	148	58,3	0,8 (0,5-1,1)	33	39,8	44	49,4	0,7 (0,4-1,3)
Fumo	15	5,9	12	4,7	1,3 (0,5-3,0)	6	7,3	7	8,0	0,9 (0,2-3,3)
Goiânia					Pelotas + São Paulo + Goiânia					
<i>Condição socioeconômica</i>										
Escolaridade materna ≤8 anos	19	17,9	15	12,8	1,5 (0,7-3,3)	63	14,3	55	12,0	1,2 (0,8-1,8)
<i>História dos pais</i>										
IMC materno ≥25kg/m ²	65	62,5	43	37,7	2,8 (1,5-4,9)	252	59,4	182	40,6	2,1 (1,6-2,8)
IMC paterno ≥25kg/m ²	67	68,4	68	61,8	1,3 (0,7-2,5)	298	75,8	261	62,7	1,9 (1,4-2,6)
IMC materno ≥30kg/m ²	27	26,0	9	7,9	4,1 (1,7-10,4)	137	32,3	81	18,1	2,1 (1,6-3,0)
IMC paterno ≥30kg/m ²	29	29,6	22	20,0	1,7 (0,8-3,4)	151	38,4	112	26,9	1,7 (1,2-2,3)
<i>História do adolescente</i>										
Peso ao nascer ≥4000g	18	17,0	21	18,0	0,9 (0,4-2,0)	75	16,9	58	12,6	1,4 (0,9-2,1)
<i>Inatividade física</i>										
Tempo de TV ≥4 horas/dia	35	33,0	31	26,5	1,4 (0,7-2,5)	169	38,2	131	28,5	1,5 (1,2-2,1)
Sono noturno ≤9 horas/dia	70	66,0	79	67,5	0,9 (0,5-1,7)	326	73,6	324	70,4	1,2 (0,9-1,6)
<i>Comportamento alimentar</i>										
Consumo de fritura ≥3 vezes/semana	41	38,7	54	46,2	0,7 (0,4-1,3)	120	27,1	141	30,7	0,8 (0,6-1,1)
Consumo de gordura visível da carne	33	31,1	36	30,8	1,0 (0,6-1,9)	105	23,7	96	20,9	1,2 (0,8-1,6)
Consumo de pele do frango	34	32,1	40	34,2	0,9 (0,5-1,7)	132	30,1	144	31,7	0,9 (0,7-1,2)
Consumo de fast food ≥3 vezes/semana	24	22,6	33	28,2	0,7 (0,4-1,4)	44	10,0	50	10,9	0,9 (0,6-1,4)
<i>Hábitos de saúde</i>										
Consumo de álcool	49	46,2	56	47,9	0,9 (0,5-1,6)	215	48,5	248	53,9	0,8 (0,6-1,1)
Fumo	10	9,4	8	6,8	1,4 (0,5-4,3)	31	7,0	27	5,9	1,2 (0,7-2,1)

*de cada uma das cidades e das três cidades combinadas

OR: odds ratio; IC: intervalo de confiança; IMC: índice de massa corporal; OR significantes destacados em negrito.

Tabela 3. Características relacionadas ao sobrepeso (IMC ≥ percentil 85) entre adolescentes do sexo masculino e feminino moradores de Pelotas [2000], São Paulo [2002] e Goiânia [2004], *odds ratio* não ajustado e respectivos intervalos de confiança referentes aos bancos das três cidades combinados.

Variáveis de acordo com modelo hierárquico	Masculino						Feminino					
	Casos		Controles		OR (IC 95%)	p valor*	Casos		Controles		OR (IC 95%)	p valor*
	n	%	n	%			n	%	n	%		
<i>Condição socioeconômica</i>												
Escolaridade materna ≤ 8 anos	25	9,8	27	11,0	0,9 (0,5-1,6)	0,667	38	20,2	28	13,0	1,7 (1,0-2,9)	0,052
<i>História dos pais</i>												
IMC materno ≥ 25Kg/m ²	134	54,7	99	41,6	1,7 (1,2-2,5)	0,004	118	65,9	83	39,5	3,0 (1,9-4,6)	0,000
IMC paterno ≥ 25Kg/m ²	181	78,7	142	64,0	2,1 (1,3-3,2)	0,001	117	71,8	119	61,3	1,6 (1,0-2,6)	0,038
IMC materno ≥ 30Kg/m ²	49	20,0	26	10,9	2,0 (1,2-3,6)	0,002	21	10,0	6	9,5	3,5 (1,9-6,4)	0,000
IMC paterno ≥ 30Kg/m ²	65	28,2	39	17,6	1,8 (1,2-3,0)	0,007	48	29,5	27	13,9	2,6 (1,5-4,6)	0,000
<i>História do adolescente</i>												
Peso ao nascer ≥ 4000g	51	20,1	40	16,3	1,3 (0,8-2,1)	0,278	24	12,7	22	10,2	1,3 (0,7-2,5)	0,436
<i>Inatividade física</i>												
Tempo de TV ≥ 4 horas/dia	103	40,5	82	33,5	1,4 (0,9-2,0)	0,102	66	34,9	49	20,8	1,8 (1,1-2,9)	0,007
Sono noturno ≤ 9 horas/dia	190	74,8	190	75,5	0,9 (0,6-1,3)	0,471	130	72,0	134	62,3	1,6 (1,0-2,4)	0,040
<i>Comportamento alimentar</i>												
Consumo de frituras ≥ 3 vezes por semana	79	31,1	81	33,1	0,9 (0,6-1,4)	0,639	41	21,7	60	28,0	0,7 (0,4-1,1)	0,142
Consumo de gordura visível da carne = Sim	78	30,7	59	24,1	1,4 (0,9-2,1)	0,097	27	14,3	37	17,3	0,8 (0,4-1,4)	0,410
Consumo de pele do frango = Sim	100	39,7	90	37,3	1,1 (0,8-1,6)	0,594	32	17,1	54	25,2	0,6 (0,4-1,0)	0,048
Consumo de <i>fast food</i> ≥ 3 vezes por semana	29	11,5	33	13,5	0,8 (0,5-1,5)	0,498	15	7,9	17	7,9	1,0 (0,4-2,2)	0,998
<i>Hábitos de saúde</i>												
Consumo de álcool = Sim	126	49,6	146	59,6	0,7 (0,5-0,9)	0,025	89	47,1	102	47,4	1,0 (0,7-1,5)	0,944
Fumo = Sim	17	6,7	13	5,3	1,3 (0,6-2,9)	0,515	14	7,5	14	6,5	1,1 (0,5-2,7)	0,722

IMC: índice de massa corporal; OR: *odds ratio*; IC: intervalo de confiança.

*p valor correspondente ao teste do χ^2 de Pearson. OR significantes destacados em negrito.

A primeira variável a entrar em ambos os modelos foi escolaridade materna, que se manteve não associada ao sobrepeso dos adolescentes do sexo masculino, como já observado na análise bivariada. Por outro lado, o risco de adolescentes do sexo feminino apresentarem sobrepeso, quando filhas de mães com menos de 8 anos de escolaridade, é duas vezes maior do que entre aquelas cujas mães estudaram mais de 8 anos. Optou-se por deixar no modelo apenas as variáveis obesidade materna e paterna, dada a maior magnitude da associação destas duas variáveis, quando comparadas ao sobrepeso materno e paterno. Tanto obesidade da mãe como do pai, mesmo

após o ajuste, permanecem associadas ao sobrepeso dos filhos. Entre os meninos, ter pai com IMC igual ou acima de 30kg/m² duplica o risco de sobrepeso, enquanto ter mãe obesa representa 2,6 mais chances de ter sobrepeso quando comparados aos filhos de pais com IMC abaixo de 30kg/m². Para as meninas essa associação é ainda mais forte, sendo as chances 3,3 vezes e 2,3 vezes maiores de ter sobrepeso quando suas mães ou pais são obesos, em comparação àquelas com mães ou pais não obesos.

O peso ao nascer, quando controlado pelas variáveis anteriores, continua não associado ao sobrepeso entre os indivíduos de ambos os sexos

Tabela 4. Modelos hierárquicos de regressão logística de fatores de risco para sobrepeso em adolescentes de três cidades brasileiras (Pelotas [2000] + São Paulo [2002] + Goiânia [2004]) do sexo masculino e feminino.

Variável	Masculino			Feminino		
	OR ajustado (95%IC)	p-valor*	Modelos**	OR ajustado (95%IC)	p-valor*	Modelos***
<i>Condição socioeconômica</i>						
Escolaridade materna ≤8 anos	0,8 (0,4-1,6)	0,57	1	2,3 (1,2-4,4)	0,02	1
<i>História dos pais</i>						
IMC materno ≥30Kg/m ²	2,6 (1,5-4,6)	0,00	2	3,3 (1,8-6,3)	0,00	2
IMC paterno ≥30Kg/m ²	1,9 (1,2-3,1)	0,00	2	2,3 (1,3-4,1)	0,00	2
<i>História do adolescente</i>						
Peso ao nascer ≥4000g	1,2 (0,7-2,1)	0,42	3	1,3 (0,6-2,7)	0,45	3
<i>Inatividade física</i>						
Tempo de TV ≥4 horas/dia	1,3 (0,9-2,0)	0,21		1,7 (1,0-2,8)	0,04	4
Sono noturno ≤9 horas	0,9 (0,6-1,4)	0,61		1,6 (1,0-2,5)	0,07	4
<i>Comportamento alimentar</i>						
Consumo de gordura visível da carne	1,7 (1,1-2,6)	0,03	4	0,6 (0,3-1,2)	0,16	
Consumo de frituras ≥3 vezes/semana	0,7 (0,5-1,1)	0,11		0,5 (0,3-0,9)	0,03	4
<i>Hábitos de saúde</i>						
Consumo de álcool	0,6 (0,4-0,9)	0,02	4	0,9(0,5-1,4)	0,54	

OR: *odds ratio*; IC: intervalo de confiança; IMC: índice de massa corporal.

OR e p-valor significantes destacados em negrito.

* p-valor do Teste da Razão de Verossimilhança.

** Masculino Modelo 1 – Escolaridade materna; Modelo 2 – obesidade (IMC ≥30Kg/m²) materna e paterna ajustadas entre si + Modelo 1; Modelo 3 – Modelo 2 adicionado do peso ao nascer; Modelo 4 – Modelo 3 + consumo de gordura visível da carne, consumo de álcool.

***Feminino Modelo 1 – Escolaridade materna; Modelo 2 – obesidade (IMC ≥30Kg/m²) materna e paterna ajustadas entre si + Modelo 1; Modelo 3 – Modelo 2 adicionado do peso ao nascer; Modelo 4 – Modelo 3 + tempo de TV, sono noturno, consumo de frituras.

estudados. Após ajuste pelos três níveis anteriores, o hábito de assistir TV por mais de 4 horas/dia e a duração do sono noturno menor ou igual a 9 horas representam riscos, respectivamente 70% e 60% maiores de adolescentes do sexo feminino apresentarem sobrepeso, em comparação com as colegas que permanecem menos de 4 horas por dia assistindo TV ou que dormem mais de 9 horas por noite. Entre os meninos, nenhuma das duas variáveis esteve significativamente associada ao excesso de peso dos adolescentes. Quanto aos hábitos alimentares, a análise ajustada revelou associações significantes; positiva (OR=1,7) entre o consumo de gordura aparente de carne vermelha e o excesso de peso em meninos, e negativa (OR=0,5) entre o consumo freqüente de frituras e o sobrepeso de meninas. Finalmente, o consumo

de álcool aparece inversamente associado (OR=0,6) ao sobrepeso de adolescentes do sexo masculino.

DISCUSSÃO

Ao possibilitar a utilização de uma amostra maior, a análise combinada (conjunta) de bancos de dados, oferece a oportunidade de examinar variações nas associações entre subgrupos populacionais, proporcionando maior poder estatístico do que nos estudos individualizados¹⁴. A apresentação dos dados por sexo visa atender às possíveis diferenças decorrentes do desenvolvimento puberal e do nível de atividade física que possam refletir em mudanças na composição corporal no período da adolescência. A análise multivariada hierár-

quica possibilitou a estimativa dos riscos que representam de cada variável, controlando concomitantemente possíveis fatores de confusão. Nenhuma das variáveis cujos valores de *Odds* brutos foram significantes perdeu efeito após o ajuste no modelo. Ao contrário, com a abordagem utilizada foi possível identificar novos efeitos sobre o desfecho estudado.

É possível que um indicador direto como a renda familiar fosse mais adequado para avaliar a relação entre o estado nutricional de adolescentes e o nível socioeconômico da família. Entretanto, vários autores^{21,22} têm utilizado a escolaridade de ambos ou de um dos pais como indicador indireto da situação socioeconômica familiar. Escolaridade dos pais mede também possibilidade de assimilação e utilização de novos conhecimentos pela família. No presente estudo observou-se forte associação entre o sobrepeso em meninas e a menor escolaridade (≤ 8 anos) das suas mães. Moreno *et al.*²², em análise de amostra nacional de crianças e adolescentes espanhóis, observaram associação inversa entre escolaridade materna e sobrepeso em adolescentes do sexo masculino, mas não entre meninas. As chances de apresentarem sobrepeso aumentam em 70% quando os adolescentes são filhos de mães que só frequentaram a escola elementar. Um estudo prospectivo (*National Longitudinal Survey of Youth*), com amostra nacional de crianças americanas acompanhadas durante seis anos, revelou que os filhos de mães com ensino fundamental incompleto apresentavam risco 50% maior de desenvolverem sobrepeso do que aqueles filhos de mães com maior nível de escolaridade. No entanto, na análise ajustada, esse risco mostrou-se dependente de outras variáveis tais como IMC materno e indicadores sócio-demográficos²³.

Em concordância com outros estudos epidemiológicos^{21,24}, observou-se que ser filho de pais com $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$ é importante fator de risco para sobrepeso entre adolescentes. A associação mais forte entre o sobrepeso entre adolescentes de ambos os sexos e o IMC materno, em relação ao IMC paterno, sugere que o estado nutricional

dos adolescentes, apesar de ter um importante componente genético, é fortemente determinado pelo ambiente e pelas práticas alimentares da família, essencialmente hábitos maternos, processo facilitado pelo maior envolvimento das mães com o crescimento e o desenvolvimento dos filhos, em especial na escolha e no preparo dos alimentos. Estudos longitudinais apontam para uma associação positiva entre peso ao nascer e adiposidade na infância e na vida adulta^{25,26}. Na presente análise não foi observada associação entre peso ao nascer superior a 4 000g e sobrepeso na adolescência nos modelos finais de ambos os sexos. Essa associação pode ser mediada pelo estado nutricional dos pais, ou seja; bebês grandes não serão, necessariamente, crianças e adolescentes obesos, a menos que a mãe ou o pai (ou ambos) sejam também obesos e/ou proporcionem um ambiente favorável à obesidade²⁷.

Não está ainda claramente definida a sequência causal entre assistir muitas horas de televisão e sobrepeso entre adolescentes. Seria o padrão sedentário de vida que causaria a obesidade ou o estigma social sofrido por obesos que determinaria o isolamento e sedentarismo? Vários autores vêm, no entanto, referindo associação positiva entre tempo assistindo televisão e sobrepeso em crianças e adolescentes²⁸⁻³⁰. No presente estudo a análise não-ajustada revelou associação significativa entre sobrepeso e tempo assistindo TV $\geq 4 \text{ h/dia}$ no grupo de adolescentes de Pelotas e em relação aos três bancos combinados, mas não entre moradores de São Paulo e Goiânia, áreas em que, por apresentarem maior densidade populacional¹¹, esperava-se confirmar a associação entre sedentarismo, urbanização e sobrepeso/obesidade em crianças e adolescentes²⁹. Ao separar os adolescentes por sexo no modelo final fica evidente a participação dessa variável (tempo TV) na determinação do sobrepeso entre as meninas. Nessa mesma linha, Hallal *et al.*³⁰ em estudo com adolescentes de 10 a 12 anos participantes da *Coorte de Nascimento de Pelotas*, encontraram maior percentual de atividade física de lazer entre meninos do que entre meninas, e uma relação inversa entre o tempo assistindo TV

e o percentual de atividade física de lazer entre os meninos.

Pode-se afirmar que o tempo de sono noturno entre adolescentes é parcialmente determinado por fatores sociais tais como acordar cedo para ir à escola e atividades que podem prosseguir até tarde da noite, como assistir televisão, jogar video-game e usar internet³⁰. No presente estudo observou-se risco aumentado para sobrepeso entre meninas que relataram dormir menos de 9 horas por noite, condição não observada para os meninos. Knutson³¹, analisando dados de amostra nacional do Estudo Longitudinal sobre Saúde de Adolescentes Americanos (*National Longitudinal Survey of Youth*), relata resultados similares em associação inversa para meninos e não para meninas. Para meninos, cada hora a mais de duração do sono noturno corresponde à redução de 10% no risco de sobrepeso.

A relação entre consumo alimentar e obesidade, dificilmente, é evidenciada em estudos transversais². No presente estudo o consumo de frituras referido foi mais freqüente entre adolescentes do sexo feminino com peso normal do que entre aquelas com sobrepeso. Comparando o consumo alimentar em amostra probabilística de adolescentes com e sem sobrepeso, moradores da cidade do Rio de Janeiro, Andrade *et al.*² observaram também maior consumo energético de gordura total entre meninos eutróficos do que entre aqueles com sobrepeso. Entre as meninas, o consumo de gorduras foi ligeiramente mais elevado no grupo com sobrepeso do que no grupo de peso normal, no entanto, é provável que esses achados reflitam um relato sob influência de informação prévia sobre as características de uma alimentação saudável². Jebb³² refere que indivíduos com sobrepeso em geral tendem a relatar menor ingestão de alimentos do que a realidade, o que, em parte, responderia pelo número reduzido de estudos epidemiológicos demonstrando associação entre ingestão energética e peso corporal. Por outro lado, o consumo de alimentos ricos em gorduras e pouco saudáveis tornou-se a regra entre crianças e adolescentes, dificultando a identificação da já

complexa relação entre estado nutricional e ingestão de alimentos.

Ainda que o resultado deste estudo demonstre o consumo de gordura visível da carne como fator de risco associado ao sobrepeso entre meninos, não foi possível caracterizar a magnitude da contribuição desse hábito na ingestão energética total e, conseqüentemente, no balanço energético diário dos adolescentes. O hábito de consumir carne vermelha é, em geral, associado ao sexo masculino na sociedade, o que pode ter contribuído para o relato de maior ingestão de gordura da carne entre os meninos do que entre as meninas no presente estudo (Tabela 3). Corroborando essa afirmação, os resultados de análise de inquérito alimentar com questionário auto-aplicado por estudantes de 11 a 18 anos de Santo André (SP), conduzida por Gambardella *et al.*³³ revelaram maior consumo de carnes durante a refeição almoço entre os meninos do que entre as meninas. Finalmente, diante da associação inversa entre o consumo de álcool e o sobrepeso entre meninos, e da provável inexistência, de literatura que suporte esse achado, especula-se que essa relação reflita oportunidades de socialização menos freqüentes entre os adolescentes com sobrepeso, talvez decorrente de rejeição social sofrida pelo adolescente¹¹.

Algumas limitações do presente estudo devem ser consideradas. Primeiramente, utilizou-se apenas um indicador de adiposidade (IMC \geq p85) entre os adolescentes, ao invés de associá-lo a outras medidas como circunferência da cintura e pregas cutâneas. No entanto, o IMC tem sido associado às medidas de adiposidade em crianças e em adolescentes de forma consistente entre as diferentes faixas etárias e para ambos os sexos³⁴. Outra limitação foi a utilização de diferentes pontos de corte para a definição de sobrepeso entre os escolares de São Paulo, em relação ao utilizado em Pelotas e Goiânia e, por último, por ser este um estudo de natureza transversal, o mesmo permitiu determinar associações entre a variável dependente e as variáveis independentes, mas não estabelecer a seqüência temporal.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o delineamento caso-controle contribuiu para elucidar alguns questionamentos a respeito dos determinantes do sobrepeso em adolescentes brasileiros, além de trazer novas questões para investigações futuras. A identificação de características que possam delimitar grupos de risco é essencial para a otimização de recursos humanos e financeiros em políticas e programas de combate ao sobrepeso e à obesidade entre adolescentes. Meninas provenientes de famílias com baixa escolaridade materna parecem ser um grupo chave na obtenção de acesso mais eficiente a informações e serviços de apoio e prevenção do ganho de peso, tais como promoção de hábitos alimentares saudáveis e prática de atividade física diária.

AGRADECIMENTOS

A Marilda Neutzling, Daniela Silveira e Ida Menezes, por fornecerem os bancos de dados e pela plena disponibilidade em atender os questionamentos dos autores. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo suporte financeiro ao primeiro autor durante estágio de doutorado no exterior (processo nº 3540/7); à Fundação e Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo apoio financeiro (processo nº 03/00415-4) e ao Dr. Michael Pratt (PAHB/DNPA/CDC), pelo apoio e incentivo.

COLABORADORES

I.C. RIBEIRO participou da construção dos três bancos de dados, da análise, da discussão dos dados e da redação do artigo. F.A.B COLUGNATI participou da combinação dos bancos de dados em um banco único, da análise e da discussão dos resultados. J.A.A.C. TADDEI coordenou os projetos que deram origem aos três bancos de dados, participou da concepção do trabalho, da análise e da discussão dos resultados.

REFERÊNCIAS

1. Spear BA. Adolescent growth and development. *Am J Diet Assoc.* 2002; (3 Suppl):S23-9.
2. 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.
3. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation on Obesity. Geneva: WHO; 1998.
4. Taddei JA, Colugnati FB, Rodrigues EM, Sigulem DM, Lopez FA. Desvios nutricionais em menores de cinco anos. São Paulo: Unifesp; 2002.
5. Veiga GV, Cunha AS, Sichieri R. Trends in overweight among adolescents living in the poorest and richest regions of Brazil. *Am J Public Health.* 2004; 94(9):1544-8.
6. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002-2003. Tendência secular do estado nutricional. Gráfico 28: indicadores antropométricos para adolescentes entre 10 e 19 anos de idade por sexo. Rio de Janeiro: Ministério da Saúde; 2006.
7. Banco Mundial. Enfrentando o desafio das doenças não transmissíveis no Brasil. Relatório n. 32576-BR. Brasília; 2005.
8. Finkelstein EA, Fiebelkorn IC, Wang G. National medical spending attributable to overweight and obesity: how much, and who's paying? *Health Aff (Millwood).* 2003; Suppl Web Exclusives:W3-26.
9. Sichieri R, Nascimento S. O Custo da obesidade para o Sistema Único de Saúde: perspectivas para as próximas décadas. In: Taddei JAAC, coordenador. Jornadas científicas do NISAN 2004/2005. São Paulo: Manole; 2006. p.101-11.
10. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades@. [acesso 20 out 2006]. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>>.
11. Neutzling MB, Taddei JAAC, Gigante DP. Risk factors for obesity among Brazilian adolescents: a case-control study. *Public Health Nutr.* 2003; 6(8): 743-9.
12. Silveira D, Taddei JA, Escrivão MA, Oliveira FL, Ancona-Lopez F. Risk factors for overweight among Brazilian adolescents of low-income families: a case-control study. *Public Health Nutr.* 2006; 9(4): 421-8.
13. Menezes IHCF. Fatores de risco para sobrepeso e obesidade em adolescentes ingressos na Universidade Federal de Goiás em 2004 [tese]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2006.
14. Smith-Warner SA, Spiegelman D, Ritz J, Albanes D, Beeson WL, Bernstein L, *et al.* Methods for pooling results of epidemiologic studies: the Pooling Project of Prospective Studies of Diet and Cancer. *Am J Epidemiol.* 2006; 163(11):1053-64.

15. Must A, Dallal GE, Dietz WH. Reference data for obesity: 85th and 95th percentiles of body mass index (wt/ht²) and triceps skinfold thickness. *Am J Clin Nutr.* 1991; 53(4):839-46. [Errata *Am J Clin Nutr.* 1991; 54(5):773].
16. World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva: WHO; 1995. Report Series n. 854.
17. Nieto-García FJ, Bush TL, Keyl PM. Body mass definitions of obesity: sensitivity and specificity using self-reported weight and height. *Epidemiology.* 1990; 1(2):146-52.
18. Fonseca MJM, Faerstein E, Chor D, Lopes CS. Validade de peso e estatura informados e índice de massa corporal: estudo pró-saúde. *Rev Saúde Pública.* 2004; 38(3):392-8.
19. Hosmer DW, Lemeshow S. Applied logistic regression. New York: Wiley & Sons; 1989.
20. Victora CG, Huttly SR, Fuchs SC, Olinto MTA. The role of conceptual frameworks in epidemiological analysis: a hierarchical approach. *Int J Epidemiol.* 1997; 26(1):224-7.
21. Marins VMR, Almeida RMVR, Pereira RA, Barros MBA. The relationship between parental nutritional status and overweight children/adolescents in Rio de Janeiro, Brazil. *Public Health.* 2004; 118(1): 43-9.
22. Moreno LA, Tomas C, Gonzalez-Gross M, Bueno G, Perez-Gonzalez JM, Bueno M. Micro-environmental and socio-demographic determinants of childhood obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2004; 28(Suppl 3):S16-S20.
23. Strauss RS, Knight J. Influence of the home environment on the development of obesity in children. *Pediatrics.* 1999; 103(6):e85.
24. Maffeis C. Aetiology of overweight and obesity in children and adolescents. *Eur J Pediatr.* 2000; 159(Suppl 1):S35-S44.
25. Parsons TJ, Power C, Logan S, Summerbell CD. Childhood predictors of adult obesity: a systematic review. *Int J Obes.* 1999; 23(S8):S1-S41.
26. Oken E, Gillman MW. Fetal origins of obesity. *Obes Res.* 2003; 11(4):496-506.
27. Frisancho R. Prenatal compared with parental origins of adolescent fatness. *Am J Clin Nutr.* 2000; 72(5):1186-90.
28. Ribeiro IC, Taddei JAAC, Colugnati F. Obesity among children attending elementary public schools in São Paulo, Brazil: a case-control study. *Public Health Nutr.* 2003; 6(7):659-63.
29. Popkin BM. Urbanization, lifestyles changes and the nutrition transition. *World Dev.* 1999; 27(11): 1905-16.
30. Hallal PC, Bertoldi AD, Gonçalves H, Victora CG. Prevalência de sedentarismo e fatores associados em adolescentes de 10-12 anos de idade. *Cad Saúde Pública.* 2006; 22(6):1277-87.
31. Knutson KL. Sex differences in the association between sleep and body mass index in adolescents. *J Pediatr.* 2005; 147(6):830-4.
32. Jebb SA. Energy intake and body weight. In: Fairburn CG, Brownell KD, editors. *Eating disorders and obesity: a comprehensive handbook.* 2nd ed. New York: Guilford; 2002. p.37-42.
33. Gambardella AMD, Frutuoso MFP, Franch C. Prática alimentar de adolescentes. *Rev Nutr.* 1999; 12(1): 55-63.
34. Pietrobelli A, Faith MS, Allison DB, Gallagher D, Chiumello G, Heymsfield SB. Body mass index as a measure of adiposity among children and adolescents: a validation study. *J Pediatr.* 1998; 132(2):191-3.

Recebido em: 28/9/2007

Versão final reapresentada em: 17/3/2008

Aprovado em: 11/7/2008

Influência das proteínas do soro sobre enzimas hepáticas, perfil lipídico e formação óssea de ratos hipercolesterolêmicos

Influence of whey protein on liver enzymes, lipid profile and bone formation of hypercholesterolemic rats

Fabiano Kenji HARAGUCHI¹
Maria Lucia PEDROSA^{2,3}
Heberth de PAULA¹
Rinaldo Cardoso dos SANTOS⁴
Marcelo Eustáquio SILVA^{3,4}

RESUMO

Objetivo

Avaliar o efeito do consumo das proteínas do soro do leite sobre parâmetros do metabolismo lipídico, hepático e renal, a formação óssea e as defesas antioxidantes de ratos submetidos à dieta hipercolesterolemiantes.

Métodos

Trinta e dois ratos Fisher adultos foram divididos em 4 grupos, recebendo as seguintes dietas: grupo C, dieta padrão; grupo H, dieta hipercolesterolemiantes; grupo PS, dieta padrão e proteínas do soro; grupo PSH dieta hipercolesterolemiantes e proteínas do soro. A ingestão alimentar e o ganho de peso foram monitorados semanalmente. Após 8 semanas, o sangue dos animais foi coletado para dosagem bioquímica e os animais foram eutanasiados. Foram utilizados os testes estatísticos, análise de variância e o teste de Tukey.

Resultados

As proteínas do soro não reduziram o colesterol plasmático de forma significativa, e promoveram um aumento na concentração plasmática de triacilgliceróis nos animais hipercolesterolêmicos. No entanto, reduziram a atividade da aspartato aminotransferase e da fosfatase alcalina, assim como a concentração plasmática de

¹ Universidade Federal de Ouro Preto, Núcleo de Pesquisas em Ciências Biológicas, Programa de Doutorado. *Campus* Universitário, 35400-000, Ouro Preto, MG, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: F.K. HARAGUCHI. E-mail: <fabianokenji@gmail.com>.

² Universidade Federal de Ouro Preto, Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Departamento de Ciências Biológicas. Ouro Preto, MG, Brasil.

³ Universidade Federal de Ouro Preto, Núcleo de Pesquisas em Ciências Biológicas. Ouro Preto, MG, Brasil.

⁴ Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Nutrição, Departamento de Alimentos. Ouro Preto, MG, Brasil.

creatinina. Não se observou nenhum efeito sobre as defesas antioxidantes avaliadas. As dietas contendo as proteínas do soro geraram ossos mais pesados, com maior diâmetro e comprimento que as dietas contendo caseína.

Conclusão

As proteínas do soro não apresentaram um efeito hipocolesteremiante significativo em ratos. No entanto, impediram de forma significativa a ocorrência de alterações nos parâmetros indicadores das funções hepáticas e renais provocadas pela dieta hipercolesteremiante. Os dados sugerem também que as proteínas do soro afetam positivamente a formação óssea, quando comparados com as dietas contendo caseína como fonte protéica.

Termos de indexação: Aminoácidos. Aspartato aminotransferases. Colesterol. Fosfatase alcalina. Hipercolesterolemia. Peptídeos e proteínas.

ABSTRACT

Objective

The aim of this study was to assess the effect of whey protein consumption on the lipid, hepatic and renal metabolism, bone formation and antioxidant defense system of rats given a hypercholesterolemic diet.

Methods

A total of 32 adult Fisher rats were divided into 4 groups: C group, standard diet; H group, hypercholesterolemic diet; WP group, standard diet with whey protein; WPH group, hypercholesterolemic diet with whey protein. Food ingestion and weight gain were monitored weekly. After 8 weeks, blood was collected for biochemical analysis and the rats were killed. The statistical tests analysis of variance and Tukey's test were performed.

Results

Whey protein did not lower serum cholesterol significantly and increased serum triglycerides in hypercholesterolemic rats. However, whey protein decreased the activity of aspartate aminotransferase and alkaline phosphatase, as well as serum creatinine. The assessed antioxidant defenses were not affected. Diets containing whey protein generated heavier, thicker and longer bones than casein diets.

Conclusion

Whey proteins did not have a significant hypocholesterolemic effect in rats. On the other hand, they significantly prevented changes in liver and kidney functions brought about by hypercholesterolemic diets. Data also suggest that whey proteins benefit bone formation when compared with casein diets.

Indexing terms: Amino Acids. Aspartate aminotransferases. Alkaline phosphatase. Cholesterol. Hypercholesterolemia. Peptides and proteins.

INTRODUÇÃO

As proteínas do soro do leite são extraídas da porção aquosa do leite gerada durante o processo de fabricação de alguns tipos de queijo. A produção do soro ocorre por etapas das quais fazem parte a coagulação da caseína do leite, a produção de ácidos, a dessoragem, a salga e, para alguns tipos, a maturação. O soro obtido após a dessoragem pode ser processado por diferentes técnicas de separação de proteínas, com o intuito de obter um concentrado, *Whey Protein*

Concentrate (WPC), ou um isolado, *Whey Protein Isolate* (WPI), com alta fração protéica. Essas proteínas caracterizam-se por possuírem alto teor de aminoácidos essenciais, especialmente os de cadeia ramificada, e pela presença de seqüências de peptídeos bioativos, que apresentam diferentes propriedades fisiológicas funcionais¹⁻⁴.

As proteínas do soro são extensamente utilizadas pela indústria de alimentos, como na produção de fórmulas infantis, na panificação, na produção de embutidos e na sorveteria⁵. Atualmente, os WPC e WPI têm sido bastante consu-

midos por atletas e praticantes de atividade física, com o objetivo de obter benefícios como o ganho de massa muscular e a redução da gordura corporal^{4,6}. Estudos recentes têm atribuído diferentes propriedades funcionais às proteínas do soro, modulando respostas orgânicas em diferentes situações metabólicas, por exemplo, no estresse oxidativo⁷, como também em condições mórbidas como câncer⁸, Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (SIDA)⁹ e nas dislipidemias¹⁰. Seus efeitos sobre os parâmetros do metabolismo de lipídios de ratos trazem resultados conflitantes. Sautier *et al.*¹¹ observaram que dietas sem a adição de colesterol contendo as proteínas do soro apresentaram um efeito hipocolesterolemiantes em ratos adultos. Choi *et al.*¹² observaram que quando as dietas não eram acrescidas de colesterol, nenhum efeito sobre o perfil lipídico de ratos adultos era observado. Entretanto, com a adição dietética de colesterol, as proteínas do soro apresentaram efeito hipocolesterolemiantes tanto em animais adultos como jovens. Zhang & Beyner¹³ observaram que somente dietas com 30% de proteínas reduziram o colesterol plasmático e hepático, como também a concentração de triacilgliceróis. Jacobucci *et al.*¹⁴ observaram efeito hipocolesterolemiantes das proteínas do soro, quando comparadas à caseína, sendo este efeito, no entanto, acompanhado por um aumento na concentração de triacilgliceróis. A quantidade de proteína na dieta oferecida parece ser um fator essencial para observar o efeito hipocolesterolemiantes. Nesse sentido, dados sobre o efeito de dietas de manutenção (AIN-93M) modificadas na fonte protéica (proteínas do soro ao invés de caseína comercial) são escassos, ou inconclusivos¹³. Além disso, a comparação do efeito das proteínas do soro e da caseína sobre outros parâmetros bioquímicos, como, por exemplo, parâmetros da atividade hepática e renal, não foram avaliados e raramente são encontrados na literatura¹⁴. Estudos *in vitro* e com animais revelam também que as proteínas do soro contêm um componente conhecido como proteína básica do

leite (*milk basic protein* - MBP), que possui a habilidade de estimular a proliferação e a diferenciação de células osteoblásticas, assim como de suprimir a reabsorção óssea^{15,16}. O MBP é preparado a partir do fracionamento das proteínas do soro, a partir de uma resina de troca catiônica. Contém mais de 98% de proteína, e peptídeos como a lactoferrina, lactoperoxidase e outros componentes menores¹⁷. Yamamura *et al.*¹⁸ conduziram um estudo duplo cego com 30 mulheres durante um período de 6 meses. Resultados indicaram que uma dose diária de 40mg de MBP aumentou significativamente a densidade mineral óssea. Aoe *et al.*¹⁹ observaram que a suplementação de 40mg de MBP em um grupo de 33 mulheres adultas resultou em um aumento na densidade mineral óssea das mulheres suplementadas, em comparação ao grupo placebo. Marcadores bioquímicos indicaram também uma inibição da reabsorção óssea mediada pelos osteoclastos. Apesar desses resultados, estudos utilizando somente concentrados e isolados protéicos do soro (WPC e WPI) existentes no mercado sobre a formação óssea não são conhecidos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das proteínas do soro sobre parâmetros do metabolismo lipídico, hepático e renal, além do seu efeito na formação óssea e nas defesas antioxidantes de ratos submetidos à dieta hipercolesterolemiantes.

MÉTODOS

Foram utilizados 32 ratos Fisher adultos com peso médio de 209g. Os animais foram divididos em 4 grupos, com 8 animais cada, de acordo com o tipo de dieta recebida: o grupo C recebeu dieta padrão, AIN-93M²⁰; o grupo H recebeu dieta hipercolesterolemiantes; o grupo PS recebeu dieta AIN-93M modificada, com as proteínas do soro em substituição à caseína; e o grupo PSH recebeu dieta hipercolesterolemiantes com substituição da caseína pelas proteínas do soro.

A dieta padrão foi composta de (g/kg): caseína 140, mistura vitamínica 10⁽⁵⁾, mistura salina 35⁽⁶⁾, óleo de soja 40, colina 2, celulose 50 e amido de milho 723. A dieta H possuiu as mesmas características da dieta padrão, exceto para o óleo de soja (250g/kg), o colesterol (10g/kg) e o amido de milho (503g/kg). A dieta PS teve a mesma composição da AIN-93M, exceto pela substituição da fonte protéica, e a dieta PSH teve as mesmas características químicas da dieta H, exceto na fonte protéica. Foi utilizado como fonte de proteínas do soro o produto comercial 100% *Whey Protein (Optimum Nutrition®)*, contendo 81% de proteína. A composição centesimal das dietas encontra-se na Tabela 1. Os teores de proteínas, umidade, extrato etéreo e cinzas foram determinados segundo a metodologia descrita pela *Association of Official Analytical Chemists*²¹, e o de fibras, segundo a metodologia descrita por Lee et al.²². A diferença percentual restante correspondeu ao teor de carboidratos.

Durante o período experimental, os animais foram mantidos em gaiolas individuais, em condições padrão de temperatura, umidade, em ciclo claro-escuro de 12 horas. Receberam as respectivas dieta e água *ad libitum* por 8 semanas. A ingestão alimentar e o ganho de peso foram monitorados semanalmente. Após 8 semanas, os animais foram mantidos em jejum por 12 horas

e, posteriormente, pré-anestesiados com éter. O sangue foi então coletado por ensangüinação e centrifugado a 3000 x g por 10 minutos. Todos os procedimentos foram cuidadosamente realizados seguindo as normas recomendadas pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA). O trabalho foi previamente submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ouro Preto (Protocolo nº 2007/108).

Colesterol total, lipoproteínas de alta densidade (HDL colesterol), triacilgliceróis, proteínas totais, albumina, uréia, creatinina, a atividade da aspartato aminotransferase (ASP) e alanina aminotransferase (ALT) foram dosados por métodos colorimétricos e enzimáticos usando-se *kits* comerciais (Labtest Diagnóstica, Lagoa Santa, Brasil). A atividade enzimática da paraoxonase (PON) foi medida com base na velocidade de hidrólise do fenilacetato, segundo a metodologia descrita por Beltowski et al.²³. Os níveis de sulfidrilas foram determinados usando o reagente de Ellman, como descrito por Sedlak²⁴.

Após serem sacrificados, os animais tiveram o osso fêmur direito retirado. O osso foi pesado com posterior aferição do comprimento e diâmetro, utilizando um paquímetro com precisão de 0,1mm.

Foi utilizada a análise de variância bivariada (*two-way ANOVA*) para testar diferença entre os

Tabela 1. Composição centesimal: teores de proteína, umidade, extrato etéreo, cinzas, fibras e carboidratos das dietas utilizadas no experimento. Ouro Preto (MG), 2006.

Grupos	Proteína	Umidade	Extrato etéreo	%	Cinzas	Fibras	Carboidratos
C	12,2	4,3	3,8		3,7	4,3	71,7
H	12,1	4,2	25,6		3,6	4,5	50,0
PS	12,0	4,5	3,5		3,7	4,4	71,9
PSH	11,9	4,3	25,3		3,8	4,4	50,3

C: grupo controle; H: grupo hipercolesterolêmico; PS: grupo controle com substituição da caseína pelas proteínas do soro; PSH: grupo hipercolesterolêmico com substituição da caseína pelas proteínas do soro.

⁵ Mistura vitamínica (expressa em mg/kg da mistura): acetato de retinol, 690; colecalciferol, 5; ácido p-aminobenzócio 10000; inositol 10000; niacina, 4000; pantotenato de cálcio, 4000; riboflavina, 800; tiamina HCl, 500; piridoxina, 500; ácido fólico, 200; biotina, 40; cianocobalamina, dl- α -tocoferol, 6700; sacarose q.s.p. 1kg

⁶ Mistura salina (expresso em g/kg da mistura): NaCl, 139,3; KI, 0,79; MgSO₄.7H₂O, 57,3; CaCO₃, 381,4; MnSO₄.H₂O, 4,01; FeSO₄.7H₂O, 27; ZnSO₄.7 H₂O, 0,548; CuSO₄.5 H₂O, 0,477; CoCl₂.6 H₂O, 0,023; KH₂PO₄, 389

efeitos da dieta (controle ou hiper) e os efeitos do tratamento (proteínas do soro) sobre os parâmetros bioquímicos e nutricionais realizados. Para determinar as diferenças entre as médias foi utilizado o teste de Turkey. As diferenças foram consideradas significantes quando o valor de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Os dados relacionados ao perfil alimentar, nutricional, lipídico e as defesas antioxidantes dos animais estão mostrados na Tabela 2. As dietas causaram efeito sobre o consumo alimentar e o peso dos animais. Os animais que receberam dieta hipercolesterolemiantes (H e PSH) consumiram menor quantidade de alimento, apresentando, no entanto, maior ganho de peso. O perfil lipídico mostra que as dietas hipercolesterolemiantes promoveram um aumento nas concentrações de colesterol total e das frações aterogênicas, assim como uma redução na concentração do colesterol HDL. Observa-se a presença de uma interação entre a dieta e o tratamento sobre a concentração do colesterol HDL e de triacilgliceróis, sendo esta última afetada também pelo tratamento. As proteínas do soro, quando adicionadas à dieta hipercolesterolemiantes, promoveram um aumento

significante da concentração de triacilgliceróis. Não foi observada nenhuma diferença nas concentrações de sulfidrilas protéicas e livres entre os grupos. As dietas hipercolesterolemiantes promoveram redução na atividade da paraoxonase (PON).

Na Tabela 3 observa-se que as dietas hipercolesterolemiantes promoveram aumento no peso do fígado, na atividade da alanina aminotransferase (ALT), asparato aminotransferase (AST), fosfatase alcalina, concentração de proteínas totais e redução na concentração de albumina. Entretanto, as proteínas do soro impediram de forma significativa um aumento na atividade da AST provocada pela dieta hipercolesterolemiantes. A atividade da fosfatase alcalina foi afetada também pelo tratamento. Os animais dos grupos PS e PSH apresentaram menor atividade da fosfatase alcalina que os animais dos grupos controle (C) e hipercolesterolêmico (H). O peso dos rins foi semelhante entre os grupos, assim como a concentração de uréia. A concentração de creatinina foi aumentada pela dieta hipercolesterolemiantes, ocorrendo também uma interação com o tratamento. Quando a dieta hipercolesterolemiantes foi associada às proteínas do soro este efeito não foi observado.

Tabela 2. Consumo alimentar, ganho de peso, perfil lipídico de ratos submetidos à dieta controle ou hipercolesterolemiantes, após 8 semanas de experimento. Ouro Preto (MG), 2006.

Itens	Grupos							
	C		H		PS		PSH	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
Ganho de peso (g)*	31,50	17,83	58,00	14,43	28,38	3,81	46,63	14,55
Consumo alimentar (g)*	584,15	35,52	456,43	43,83	565,92	43,31	449,56	37,27
Colesterol total (mg/dL)*	81,57	7,21	438,54	230,35	80,10	10,06	344,82	188,77
Colesterol HDL (mg/dL) ⁱ	57,84	10,10 ^a	9,33	1,90 ^b	48,61	9,10 ^a	15,96	16,20 ^b
Outras frações (mg/dL)*	23,73	7,64	429,21	229,50	31,50	5,84	328,86	191,53
Triacilgliceróis (mg/dL) ^{#i}	92,23	53,94 ^{b,c}	47,48	30,23 ^c	128,78	38,78 ^b	196,22	30,32 ^a
Sulfidrilas protéicas	329,26	46,33	315,82	20,24	310,72	30,38	335,51	29,84
Sulfidrias livres	74,17	4,08	71,85	7,06	74,40	5,24	79,27	6,25
Paraoxonase (U/mL) ⁱ	48,92	6,29 ^a	21,41	1,80 ^b	39,31	5,87 ^a	28,75	11,26 ^b

Valores expressos em média (M) e desvio-padrão (DP); n=8 por grupo. * Efeito da dieta $p < 0,05$. # Efeito do tratamento, $p < 0,05$; ⁱ indica ocorrência de interação entre a dieta e o tratamento. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença para $p < 0,05$.

C: ratos alimentados com dieta padrão; H: ratos alimentados com dieta hipercolesterolemiantes; PS: ratos alimentados com dieta composta pelas proteínas do soro em substituição à caseína; PSH: ratos alimentados com dieta hipercolesterolemiantes, composta pelas proteínas do soro em substituição à caseína.

Tabela 3. Peso do fígado, rins, função hepática (alanina aminotransferase, aspartato aminotransferase, fosfatase alcalina, proteínas totais e albumina) e renal (uréia e creatinina) de ratos adultos submetidos à dieta controle ou hipercolesterolemia, após 8 semanas de experimento. Ouro Preto (MG), 2006.

Itens	Grupos							
	C		H		PS		PSH	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
Peso do fígado (g)*	6,13	0,58	10,98	1,09	5,79	0,34	9,69	2,07
Alanina aminotransferase (UI)*	17,68	5,66	32,33	10,8	15,75	4,29	29,16	12,43
Aspartato aminotransferase (UI) ⁱ	51,08	7,15 ^c	112,62	19,8 ^a	55,04	19,79 ^c	85,69	15,76 ^b
Fosfatase alcalina (U/L)* #	21,38	4,81	54,19	17,56	18,21	3,41	36,91	12,65
Proteínas totais (g/dL)*	7,17	0,69	8,29	0,82	7,53	0,29	7,84	0,60
Albumina (g/dL)*	3,59	0,32	3,35	0,30	3,72	0,29	3,46	0,23
Peso dos rins (g)	1,21	0,06	1,25	0,13	1,23	0,07	1,28	0,15
Uréia (mg/dL)	29,29	7,88	26,92	2,57	26,73	5,70	27,2	4,58
Creatinina (mg/dL) ⁱ	1,16	0,14 ^c	1,65	0,25 ^a	1,23	0,12 ^{b,c}	1,42	0,12 ^b

Valores expressos em média (M) e desvio-padrão (DP), n=8 por grupo. * Efeito da dieta $p<0,05$. # Efeito do tratamento, $p<0,05$; ⁱ indica ocorrência de interação entre a dieta e tratamento. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença para $p<0,05$.

C: ratos alimentados com dieta padrão; H: ratos alimentados com dieta hipercolesterolemia; PS: ratos alimentados com dieta composta pelas proteínas do soro em substituição a caseína; PSH: ratos alimentados com dieta hipercolesterolemia, composta pelas proteínas do soro em substituição a caseína.

Tabela 4. Peso, diâmetro e comprimento do fêmur de ratos adultos submetidos à dieta controle ou hipercolesterolemia. Ouro Preto (MG), 2006.

	Grupos							
	C		H		PS		PSH	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
Peso do fêmur (g) [#]	0,85	0,04	0,88	0,07	0,91	0,06	0,92	0,06
Comprimento do fêmur (cm) [#]	3,84	0,04	3,83	0,07	3,89	0,09	3,90	0,08
Diâmetro do fêmur (mm) [#]	3,20	0,19	3,16	0,15	3,4	0,24	3,40	0,24

Valores expressos em média (M) e desvio-padrão (DP); n=8 por grupo. # Efeito do tratamento, $p<0,05$.

C: ratos alimentados com dieta padrão; H: ratos alimentados com dieta hipercolesterolemia; PS: ratos alimentados com dieta composta pelas proteínas do soro em substituição a caseína; PSH: ratos alimentados com dieta hipercolesterolemia, composta pelas proteínas do soro em substituição a caseína.

As características dos ossos dos animais alimentados com as diferentes dietas estão mostradas na Tabela 4. O tratamento afetou todos os parâmetros estudados. As dietas PS e PSH geraram fêmures maiores, mais pesados e com maior diâmetro que as dietas C e H.

DISCUSSÃO

Os animais que receberam dietas hipercolesterolemiantes (H e PSH) apresentaram maior ganho de peso que os demais, apesar de terem consumido uma quantidade significativamente

menor de alimento. Esse comportamento é comumente observado em ratos, nos quais a ingestão alimentar é inversamente proporcional à densidade energética do mesmo. Dietas hipercolesterolemiantes caracterizam-se pelo alto percentual de gordura (25%), tornando-as altamente mais energéticas. Há de destacar também o fato de os animais utilizados serem adultos, diferentemente de ratos jovens, cuja necessidade e utilização de lipídios para o crescimento são maiores. Assim, essas dietas tendem a promover, em animais adultos, maior acúmulo de gordura subcutânea e visceral, contribuindo para o maior ganho de peso. Ao analisar o perfil sérico de lipídios, observou-se

que a dieta PSH não foi capaz de reduzir o colesterol plasmático de forma significativa. Apesar de o efeito hipocolesterolemiantes das proteínas do soro já ter sido demonstrado em outros modelos animais²⁵, em ratos a literatura mostra ainda dados conflitantes. Trabalhando com dietas contendo 23% de proteínas do soro e sem adição de colesterol, Sautier *et al.*¹¹ observaram que as proteínas do soro reduziram o colesterol total de ratos adultos quando comparadas à caseína. No entanto, observaram que esse efeito era resultante de uma diminuição da fração HDL. Zhang & Beynen¹³ observaram que somente dietas com alto teor de proteínas do soro (30%) foram capazes de reduzir a concentração de colesterol total de ratos. Dietas contendo 15% de proteína não afetaram a concentração plasmática de colesterol total, mas reduziram a concentração de colesterol hepático. Esses dados sugerem que as proteínas do soro estariam interferindo na síntese endógena de colesterol. Assim como observado por Zhang & Beynen¹³, verificou-se que dietas com 14% de proteínas do soro não foram suficientes para promover uma redução significativa do colesterol plasmático, apesar de uma tendência ter sido apontada. Quanto às frações aterogênicas do colesterol Lipoproteína de Baixa Densidade (LDL) e Lipoproteína de Muito Baixa Densidade (VLDL), não foi identificado nenhum efeito significativo das proteínas do soro. Entretanto, observou-se que as dietas PS e PSH aumentaram significativamente a concentração de triacilgliceróis. Choi *et al.*¹² e Jacobucci *et al.*¹⁴ constataram que as proteínas do soro reduziram o colesterol plasmático de ratos alimentados com dietas hipercolesterolemiantes, mas observaram, assim como no presente estudo, que as proteínas do soro promoveram um aumento na concentração de triacilgliceróis. Entre os fatores que parecem influenciar os efeitos das proteínas do soro sobre o perfil lipídico de ratos, a quantidade de proteína na dieta parece ser um fator essencial. Portanto, os dados do presente estudo mostram que dietas de manutenção para ratos adultos, como a descrita por Reeves *et al.*²⁰, (AIN-93M) modificadas na fonte protéica (proteínas do soro pela caseína), não apresentam efeito hipocolesterolemiantes. A análise destes

dados, assim como de outros trabalhos existentes na literatura, sugere que o efeito das proteínas do soro sobre o metabolismo lipídico de ratos é dependente de uma complexa interação entre a fonte e a quantidade protéica, o colesterol dietético e a idade dos animais.

A paraoxonase (PON) é uma proteína que se encontra associada ao HDL de mamíferos. Esta enzima apresenta ação antioxidante, destruindo biologicamente lipídios peroxidados em lipoproteínas e nas células arteriais. Sua atividade pode ser afetada por fatores fisiológicos, patológicos e mesmo dietéticos²⁶. Em modelos animais, as dietas hiperlipídicas reduzem a atividade enzimática da PON²⁷. Os resultados corroboram esta observação. Além disso, observou-se que as proteínas do soro apresentaram uma tendência em impedir a redução de sua atividade ocasionada pela dieta hipercolesterolemiantes.

Alterações na atividade das enzimas alanina aminotransferase (ALT) e aspartato aminotransferase (AST) são importantes marcadores de doenças ou lesão tecidual, especificamente no fígado²⁸. Dietas ricas em colesterol promovem um aumento no estresse oxidativo no fígado²⁹, resultando em um aumento na atividade dessas enzimas. Verificou-se que as proteínas do soro, quando adicionadas à dieta rica em colesterol (PSH), impediram o aumento da AST de forma significativa, sugerindo um efeito protetor ao estresse oxidativo provocado pela dieta hipercolesterolemiantes. Esse efeito protetor pode ser corroborado também por ter sido observada uma redução na atividade da fosfatase alcalina nos animais que receberam as proteínas do soro. A determinação da atividade da fosfatase alcalina é bastante útil no diagnóstico de doenças hepatobiliares³⁰. Sua concentração permanece elevada em diversas condições mórbidas, como na obstrução biliar extra e intra-hepática, colestases e hepatite. Dietas ricas em gordura favorecem a formação de cálculos biliares, podendo gerar danos hepáticos por obstrução dos canais biliares no fígado³¹. Assim, os dados deste estudo sugerem que as proteínas do soro apresentaram um efeito protetor para o fígado contra os efeitos deletérios da dieta hipercolesterolemiantes. Os parâmetros

da função renal revelam que a concentração de creatinina foi afetada pela dieta hipercolesterolemiantes, indicando um possível comprometimento da função do órgão. Observou-se que as proteínas do soro impediram de forma significativa o aumento na concentração de creatinina, sugerindo também um efeito protetor do comprometimento da função renal gerado pela dieta hipercolesterolemiantes.

Os resultados mostram também que as dietas PS e PSH geraram animais com fêmures maiores, mais pesados e com maior diâmetro. Parâmetros morfométricos, como comprimento, peso e diâmetro, podem ser usados com indicadores do desenvolvimento ósseo em ratos³². Recentemente, estudos têm sugerido que o *Milk Basic Protein*, possui a habilidade de estimular células osteoblásticas e osteoclásticas. Toba *et al.*³³ verificaram que a administração de 300mg de *Milk Basic Protein* em 30 homens adultos saudáveis aumentou a concentração de hormônios indicadores da formação óssea, osteocalcina e do pró-peptídeo pró-colágeno I (PICP) após 16 dias de estudo. Aumento da densidade mineral óssea com a suplementação do MBP tem sido observado por diferentes autores¹⁷⁻¹⁹. Entretanto, trabalhos utilizando concentrados e isolados protéicos do soro do leite existentes no mercado, como o utilizado no presente trabalho, não são conhecidos. Possivelmente, a presença de peptídeos bioativos das proteínas do soro foi determinante para esses efeitos. Takada *et al.*¹⁵ sugerem que esses componentes bioativos são importantes para a formação óssea via ativação dos osteoblastos. Assim, estes resultados indicam que a utilização desses concentrados e isolados protéico do soro (WPC e WPI) parece exercer os mesmos efeitos observados com a administração do MBP.

CONCLUSÃO

Em conclusão, os dados deste estudo sugerem que as proteínas do soro não apresentaram um efeito hipocolesterolemiantes significativo em ratos, apesar de essa tendência ter sido observada. Assim como em outros trabalhos, acredita-

-se que esse efeito possa interagir e ser regulado por fatores como a idade dos animais, o colesterol e a quantidade de proteína dietética. No entanto, foi observado que as proteínas do soro impediram de forma significativa a ocorrência de alterações nos parâmetros indicadores das funções hepáticas e renais provocadas pela dieta hipercolesterolemiantes. Os dados sugerem também que as dietas contendo as proteínas do soro afetaram positivamente a formação óssea, quando comparadas às dietas contendo caseína, hipercolesterolemiantes, ou não.

COLABORADORES

F.K. HARAGUCHI responsável pela idealização do ensaio, pela coleta dos dados, pela revisão da literatura e pela redação do manuscrito. M.L. PEDROSA, H. PAULA e R.C. SANTOS responsáveis pela análise dos dados, pela redação e pela revisão crítica do manuscrito. M.E. SILVA responsável pela captação de recursos, pela idealização do ensaio, pela análise dos dados, pela redação e pela revisão crítica do manuscrito.

REFERÊNCIAS

1. Sgarbieri VC. Propriedades fisiológicas-funcionais das proteínas do soro do leite. *Rev Nutr.* 2004; 17(4):397-409.
2. Lönnerdal B. Nutritional and physiologic significance of human milk proteins. *Am J Clin Nutr.* 2003; 77(6):1537s-43s.
3. De Wit JN. Nutritional and functional characteristics of whey proteins in food products. *J Dairy Sci.* 1998; 81(3):597-608.
4. Ha E, Zemel MB. Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people. *J Nutr Biol.* 2003; 14(5):251-8.
5. Kinsella JE, Whitehead DM. Proteins in whey: chemical, physical and functional properties. *Adv Foods Nutr Res.* 1989; 33(1):343-438.
6. Haraguchi FK, Abreu WC, De Paula H. Proteínas do soro: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. *Rev Nutr.* 2006; 19(4):479-88.
7. Lands LC, Grey VL, Smoutas AA. Effect of supplementation with cysteine donor on muscular performance. *J Appl Physiol.* 1999; 87(4):1381-5.

8. McIntosh GH, Le Leu RK. The influence of dietary proteins on colon cancer risk. *Nutr Res.* 2001; 21(7): 1053-66.
9. Micke P, Beeh KM, Buhl R. Effects of long-term supplementation with whey proteins on plasma glutathione levels of HIV-infected patients. *Eur J Nutr.* 2002; 41(1):12-8.
10. Nagaoka S, Kanamuru Y, Kuzuya Y, Kojima T, Tomotsu K. Comparative studies on the serum cholesterol lowering action of whey protein and soybean protein in rats. *Biosci Biotechnol Biochem.* 1992; 56(9):1484-5.
11. Sautier C, Dieng K, Flament C, Doucet C, Suquet JP, Lemonnier D. Effects of whey protein, casein, soya-bean and sunflower proteins on the serum, tissue and faecal steroids in rats. *Br J Nutr.* 1983; 49(3):13-9.
12. Choi YS, Ikeda I, Sugano M. The combined effects of dietary proteins and fish oil on cholesterol metabolism in rats of different ages. *Lipids.* 1989; 24(6):506-10.
13. Zhang X, Beynen A. Lowering effect of dietary milk-whey protein v. casein on plasma and liver cholesterol concentrations in rats. *Br J Nutr.* 1993; 70(1):139-46.
14. Jacobucci HB, Dias NGP, Sgarbieri VC, Borges PZ, Tanikawa C. Impact of different dietary protein on rat growth, blood serum lipids and protein, and liver cholesterol. *Nutr Res.* 2001; 21(6):905-15.
15. Takada Y, Aoe S, Kumegawa M. Whey protein stimulated the proliferation and differentiation of osteoblastic MC3T3-E1 cells. *Biochem Biophys Res Commun.* 1996; 223(2):445-9.
16. Toba Y, Takada Y, Yamamura J, Tanaka M, Matsuoka Y, Kawakami H, *et al.* Milk basic protein: a novel protective function of milk against osteoporosis. *Bone.* 2000; 27(3):403-8.
17. Marshall K. Therapeutic applications of whey protein. *Altern Med Rev.* 2004; 9(2):136-56.
18. Yamamura J, Aoe S, Toba Y, Motouri M, Kawakami H, Kumegawa M, *et al.* Milk basic protein (MBP) increases radial bone mineral density in healthy adult women. *Biosci Biotechnol Biochem.* 2002; 66(3):702-4.
19. Aoe S, Toba Y, Yamamura J, Kawakami H, Yahiro M, Kumegawa M, *et al.* Controlled trial of the effects of milk basic protein (MBP) supplementation on bone metabolism in healthy adult women. *Biosci Biotechnol Biochem.* 2001; 65(4):913-8.
20. Reeves FG, Nielsen FH, Fahey Jr JC. AIN-93 Purified Diets for Laboratory Rodents: Final Report of the American Institute of Nutrition *Ad Hoc* Writing Committee on the Reformulation of the AIN-76A Rodent Diet. *J Nutr.* 1993; 123(11):1939-51.
21. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the AOAC. 15th ed. Arlington: AOAC;1990.
22. Lee SC, Prosky L, Devries JW. Determination of total, soluble and insoluble dietary fiber in foods. Enzymatic-gravimetric method, MES-TRIS buffer: collaborative study. *J Assoc Off Chem Int.* 1992; 75:395-416.
23. Beltowski J, Wójcicka G, Jamroz A. Leptin decreases plasma paraoxonase 1 (PON 1) activity and induces oxidative stress: the possible novel mechanism for proatherogenic effect of chronic hyperleptinemia. *Atherosclerosis.* 2003; 170(1):21-9.
24. Sedlak J, Lindsay RH. Estimation of total, protein-bound, and nonprotein sulfhydryl groups in tissue with Ellman's reagent. *Anal Biochem.* 1968; 25(1): 192-205.
25. Lovati MR, West CE, Sirtori CR, Beynen AC. Dietary animal proteins and cholesterol metabolism in rabbits. *Br J Nutr.* 1990; 64(2):473-85.
26. Aviram M. Introduction to the serial review on paraoxonases, oxidative stress, and cardiovascular diseases. *Free Radical Biol Med.* 2004; 37(9): 1301-3.
27. Shih DM, Gu L, Hama S, Xia YR, Navab M, Fogelman AM, *et al.* Genetic-dietary regulation of serum paraoxonase expression and its role in atherogenesis in a mouse model. *J Clin Investig.* 1996; 97(7): 1630-9.
28. Ozaki M, Fuchinoue S, Teraoda S, Ota K. The *in vivo* cytoprotection of ascorbic acid against ischemia/reoxygenation injury of rat liver. *Arch Biochem Biophys.* 1995; 318(2):439-45.
29. Kanhal MA, Ahmad F, Othman AA, Arif Z, Orf S, Murshed KS. Effect of pure and oxidized cholesterol-rich diet on some biochemical parameters in rats. *Int J Food Sci Nutr.* 2002; 53(5): 381-8.
30. Fukatsu T. Alkaline phosphatase. *Rinsho Byori.* 2001; Suppl 116:27-35.
31. Muriel P. High fat diet and liver damage induced by biliary obstruction in the rat. *J Appl Toxicol.* 1995; 15(2):125-8.
32. Souza DM, Rocha D, Kantorski KZ, Rocha RF. Influência do consumo crônico de álcool etílico na morfologia de ossos longos em ratas adultas jovens. *Ciênc Odontol Bras.* 2007; 10(1):19-25.
33. Toba Y, Takada Y, Itabashi A, Morita Y, Hirai T, Suguri T, *et al.* Milk basic protein promotes bone formation and suppresses bone resorption in healthy adult men. *Biosci Biotechnol Biochem.* 2001; 65(6):1353-7.

Recebido em: 8/10/2007
 Versão final reapresentada em: 30/9/2008
 Aprovado em: 13/4/2009

Dobras cutâneas e bioimpedância elétrica perna-perna na avaliação da composição corporal de crianças

Skinfold thicknesses and leg-to-leg bioimpedance for the assessment of body composition in children

Monize COCETTI¹

Sílvia Diez CASTILHO¹

Antonio de Azevedo BARROS FILHO²

RESUMO

Objetivo

Comparar os componentes da composição corporal, obtidos pela bioimpedância elétrica perna-perna e pela espessura das dobras cutâneas, em crianças.

Métodos

A composição corporal de 1 286 escolares (703 meninas e 538 meninos) entre 7 e 9 anos foi avaliada pelas dobras tricipital e subescapular e pela bioimpedância elétrica perna-perna (TANITA TBF-300[®]). Para analisar a concordância entre o percentual de gordura corporal, a massa gorda e a massa magra obtidos pelos métodos, foram utilizados o coeficiente de correlação de Pearson (r) e o modelo de Bland-Altman.

Resultados

A correlação (r) foi alta e significativa, respectivamente nas meninas e nos meninos, para o percentual de gordura corporal (0,77 e 0,89), para a massa gorda (0,93 e 0,94) e para a massa magra (0,92 e 0,89). O modelo de Bland-Altman também mostrou haver boa concordância entre os métodos, uma vez que poucos pontos, correspondentes às diferenças entre as medidas feitas pelos métodos, estavam fora do intervalo de confiança.

Conclusão

Estes resultados demonstram que a técnica de bioimpedância elétrica perna-perna é comparável à técnica das dobras cutâneas para avaliar a composição corporal de escolares em estudos populacionais. Individualmente, a ampla variabilidade observada em algumas medidas sugere que a utilização da bioimpedância elétrica perna-perna ou das dobras cutâneas deve ser associada a outros indicadores na avaliação da composição corporal.

Termos de indexação: Composição corporal. Crianças. Impedância elétrica.

¹ Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Centro de Ciências da Vida, Faculdade de Nutrição. Av. John Boyd Dunlop, s/n., Prédio Administrativo, Jd. Ipaussurama, 13059-900, Campinas, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: M. COCETTI. E-mail: <mococetti@hotmail.com>.

² Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Médicas, Departamento de Pediatria. Campinas, SP, Brasil.

ABSTRACT

Objective

The objective of this study was to compare the components of body composition obtained by leg-to-leg bioimpedance and skinfold thickness measurements in children.

Methods

Triceps and subscapular skinfold thicknesses and TANITA TBF-300A leg-to-leg bioimpedance were used to determine the body composition of 1 286 schoolchildren (703 girls and 583 boys) aged 7 to 9 years. The Pearson's correlation coefficient (*r*) and Bland-Altman plot were used to analyze the agreement between the two methods.

Results

The two methods correlated strongly and significantly for girls' and boys' percentage of body fat (0.77 and 0.89, respectively), fat mass (0.93 and 0.94 respectively) and lean mass (0.92 and 0.89 respectively). The Bland-Altman plot also showed good agreement between the methods, since only a few points corresponding to the differences between the measurements obtained by the two methods were outside the confidence interval.

Conclusion

These results show that both methods, triceps and subscapular skinfold thicknesses and leg-to-leg bioimpedance, can be used to assess the body composition of schoolchildren in population-based studies. Yet, the wide variability observed in some measurements suggests that either method should always be associated with other indicators to assess body composition.

Indexing terms: Body composition. Children. Bioelectrical impedance.

INTRODUÇÃO

O excesso de gordura corporal na infância está associado a doenças cardiovasculares e metabólicas na vida adulta¹. No Brasil, assim como em outros países em desenvolvimento, o sobrepeso e a obesidade são as alterações nutricionais mais relevantes nesta faixa etária^{2,3}. Desse modo, para auxiliar na identificação e na prevenção primária destes desvios nutricionais, são necessários métodos para avaliar a composição corporal que possam ser empregados com facilidade pelos profissionais de saúde que trabalham com vigilância nutricional.

Técnicas utilizadas para avaliar a composição corporal, como DXA, hidrodensitometria e diluição de isótopos não são apropriadas para estudos populacionais ou para prática clínica, pelo alto custo e pela difícil aplicação, ficando restritas a centros de pesquisa. Nestas situações o uso do método de bioimpedância elétrica ou a medida das dobras cutâneas se tornam ideais pela facilidade de aplicação e pelo baixo custo^{4,5}.

Embora não se tenha confirmação direta, presume-se que a gordura subcutânea seja proporcional à gordura corporal total, e que a medida das dobras cutâneas em determinados sítios seja representativa da média da espessura das dobras por toda a superfície do corpo⁶. A medida das dobras cutâneas é um método barato, inócuo⁷ e rotineiramente empregado na avaliação nutricional de crianças, assim como medidas de peso e altura⁴, porém o método exige treinamento e nem todos estão aptos a realizá-la. Para que os componentes da composição corporal sejam avaliados, estas medidas, uma vez obtidas, devem ser aplicadas a equações, o que demanda tempo e representa uma dificuldade a mais. De outro lado, a análise de bioimpedância elétrica (BIA) utiliza uma corrente elétrica de baixa intensidade que passa pelos tecidos orgânicos e estima a água corporal total e a massa livre de gordura⁸. Eletrodos colocados nas extremidades do corpo, mão-pé - bioimpedância horizontal⁹, ou perna-perna - bioimpedância vertical^{4,5} emitem e captam a corrente elétrica. A aplicação do modelo horizontal exige que o avaliado esteja deitado e os eletrodos sejam

adequadamente posicionados no punho e na mão e no tornozelo e no pé, o que torna o método menos prático e acessível, principalmente para a avaliação de grande número de indivíduos. O modelo vertical é portátil e de simples aplicação, pois exige apenas que o indivíduo se coloque em pé, descalço, sobre a plataforma que contém os eletrodos. A BIA perna-perna tem sido utilizada em estudos de avaliação da composição corporal em crianças^{4,10-12}.

Embora a medida das dobras cutâneas seja o método normalmente empregado para a avaliação nutricional de crianças, tanto em estudos populacionais como na avaliação nutricional individual, a TANITA perna-perna, pela facilidade de aplicação, pode ser uma alternativa válida para esta população.

Assim sendo, este trabalho tem a finalidade de comparar, em um grupo de crianças brasileiras, os componentes da composição corporal obtidos pela TANITA perna-perna com os obtidos pela espessura das dobras cutâneas.

MÉTODOS

Este é um estudo transversal que avaliou a composição corporal de 1 286 crianças (703 meninas e 583 meninos) entre 7 e 9 anos, matriculadas em escolas públicas e particulares da rede de ensino do município de Campinas (SP), no período de 2002-2003. Participaram da pesquisa os alunos que tiveram o consentimento dos responsáveis e que não apresentavam no momento da avaliação qualquer doença ou limitação que contra-indicasse a tomada das medidas. Todas as crianças foram avaliadas no período da manhã.

O critério de escolha das escolas foi aleatório para as escolas públicas. As particulares foram escolhidas entre as que apresentavam valores de mensalidade semelhantes. No ano de 2003 estavam matriculados 143 049 alunos no Ensino Fundamental, em Campinas (SP)¹³. Destes, 120 063 freqüentavam escolas públicas e 22 986 escolas particulares. Participaram do estudo alunos de 17

entre as 192 escolas públicas e 9 entre as 70 escolas particulares.

De acordo com normas internacionais¹⁴, foram medidos, por um profissional da saúde previamente treinado, o peso (balança eletrônica TANITA TBF-300A), a altura (antropômetro vertical, modelo *Dexter 200*), as Dobras Cutâneas Tricipital (DCT) e Subescapular (DCS) (adipômetro *Lange*), e foi aplicado o método de bioimpedância elétrica perna-perna (TANITA TBF-300A). As crianças usavam roupas mínimas e estavam de pés descalços e em posição ortostática¹⁴.

As dobras foram medidas três vezes em cada ponto anatômico, no lado esquerdo do corpo, considerando-se como valor representativo da região a média aritmética dessas medidas.

O método da BIA estima a água corporal total e fornece imediatamente os valores do percentual de Gordura Corporal (%GC), da Massa Gorda (MG) e da Massa Magra (MM).

Para o cálculo do %GC pela medida da espessura das dobras cutâneas, os valores obtidos foram aplicados às equações de regressão propostas por Slaughter *et al.*¹⁵, conforme o valor da soma das dobras fossem, respectivamente < ou >35mm:

$$\begin{aligned} <35\text{mm} \\ \%GC \text{ Meninos} &= 1,21(\sum d_{ct} + d_{cs}) - 0,008(\sum d_{ct} + d_{cs})^2 - 1^* \\ \%GC \text{ Meninas} &= 1,33(\sum d_{ct} + d_{cs}) - 0,013(\sum d_{ct} + d_{cs})^2 - 2,5 \end{aligned}$$

*substituição de intercepto baseado na maturação e etnia dos meninos: pré-púberes brancos (-1,7) e negros (-3,2)

$$\begin{aligned} >35\text{mm} \\ \%GC \text{ Meninos} &= 0,783(\sum d_{ct} + d_{cs}) + 1,6 \\ \%GC \text{ Meninas} &= 0,546(\sum d_{ct} + d_{cs}) + 9,7 \end{aligned}$$

A partir do %GC foram obtidas a MG e a MM, conforme as equações: MG=%GC x peso e MM= peso - MG

Os dados foram armazenados no *Software Epi Info* versão 6.02 e transferidos para o SAS versão 8.02, no qual foram analisados.

Para verificar a concordância entre os valores do %GC, MM e MG, obtidos pelo método de

BIA e das dobras cutâneas foram utilizados o coeficiente de correlação de Pearson (r) e o modelo de Bland-Altman¹⁶. O coeficiente de Pearson expressa a medida da intensidade de associação existente entre duas variáveis quantitativas, e, quanto mais próximo de 1, maior a concordância entre os métodos que estão sendo testados. No modelo de Bland-Altman, a diferença das medidas obtidas pelos dois métodos é alocada ao redor da média. Os dois métodos mostram boa concordância se esta diferença for pequena e 95% delas caírem dentro de 2 Desvios-Padrão (DP) da média. Quanto mais próxima de zero for a média, menor a chance de existirem vieses. O nível de significância adotado para os testes estatísticos foi de 5% ($p < 0,05$).

A pesquisa teve a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Campinas, a autorização dos diretores das escolas e o consentimento livre e esclarecido dos responsáveis legais dos alunos participantes (protocolo nº 277/2001).

RESULTADOS

A amostra foi composta de 1 286 crianças com idade entre 7 a 9 anos (703 meninas e 583

meninos). A Tabela 1 apresenta média e desvio-padrão para as medidas de peso, altura e Índice de Massa Corporal (IMC), segundo sexo e idade. Todas as médias encontram-se entre os percentis 50 e 85 das novas curvas de referência da Organização Mundial da Saúde¹⁷.

A Tabela 2 apresenta as associações entre as variáveis percentual de gordura corporal, massa gorda e massa magra, obtidas pelos métodos de BIA perna-perna e dobras cutâneas. A correlação foi alta e significativa entre todas as medidas obtidas, principalmente MM e MG para ambos os sexos.

Tabela 1. Caracterização antropométrica de escolares de 7 a 9 anos, segundo o sexo. Campinas (SP), 2002-2003.

Idade (anos)	n	Peso (kg)*		Altura (cm)		IMC (kg/m ²)	
		M	DP	M	DP	M	DP
<i>Meninas</i>							
7-7,9	202	26,2	5,7	125,0	5,7	16,7	2,6
8-8,9	227	29,8	6,5	130,7	6,2	17,3	2,9
9-9,9	274	33,2	7,4	137,0	7,0	17,5	2,8
<i>Meninos</i>							
7-7,9	157	26,9	5,9	126,2	5,8	16,7	2,7
8-8,9	189	30,7	7,5	132,2	6,3	17,5	3,2
9-9,9	237	34,8	9,1	137,4	6,5	18,2	3,6

IMC: índice de massa corporal; M: média; DP: desvio-padrão.

Tabela 2. Medidas descritivas de escolares de 7 a 9 anos, coeficiente de correlação de Pearson (r) e significância (p), dos componentes da composição corporal, obtidos por dois métodos (bioimpedância elétrica perna-perna (BIA) e espessura das dobras cutâneas), segundo o sexo. Campinas (SP), 2002-2003.

Componente	Método	Sexo (n)	M	DP	r	p
%GC	Slaughter <i>et al.</i> ¹⁵	F (703)	21,34	7,22	0,77	<0,0001
	BIA		23,85	7,59		
%GC	Slaughter <i>et al.</i> ¹⁵	M (583)	20,34	9,67	0,89	<0,0001
	BIA		18,45	8,51		
MG	Slaughter <i>et al.</i> ¹⁵	F (703)	6,84	3,96	0,93	<0,0001
	BIA		7,60	4,12		
MG	Slaughter <i>et al.</i> ¹⁵	M (583)	7,10	5,65	0,94	<0,0001
	BIA		6,47	4,91		
MM	Slaughter <i>et al.</i> ¹⁵	F (703)	23,28	3,88	0,92	<0,0001
	BIA		22,51	3,81		
MM	Slaughter <i>et al.</i> ¹⁵	M (583)	24,41	3,97	0,89	<0,0001
	BIA		25,08	4,22		

%GC: percentual de gordura corporal; MG: massa gorda; MM: massa magra; M: média; DP: desvio-padrão.

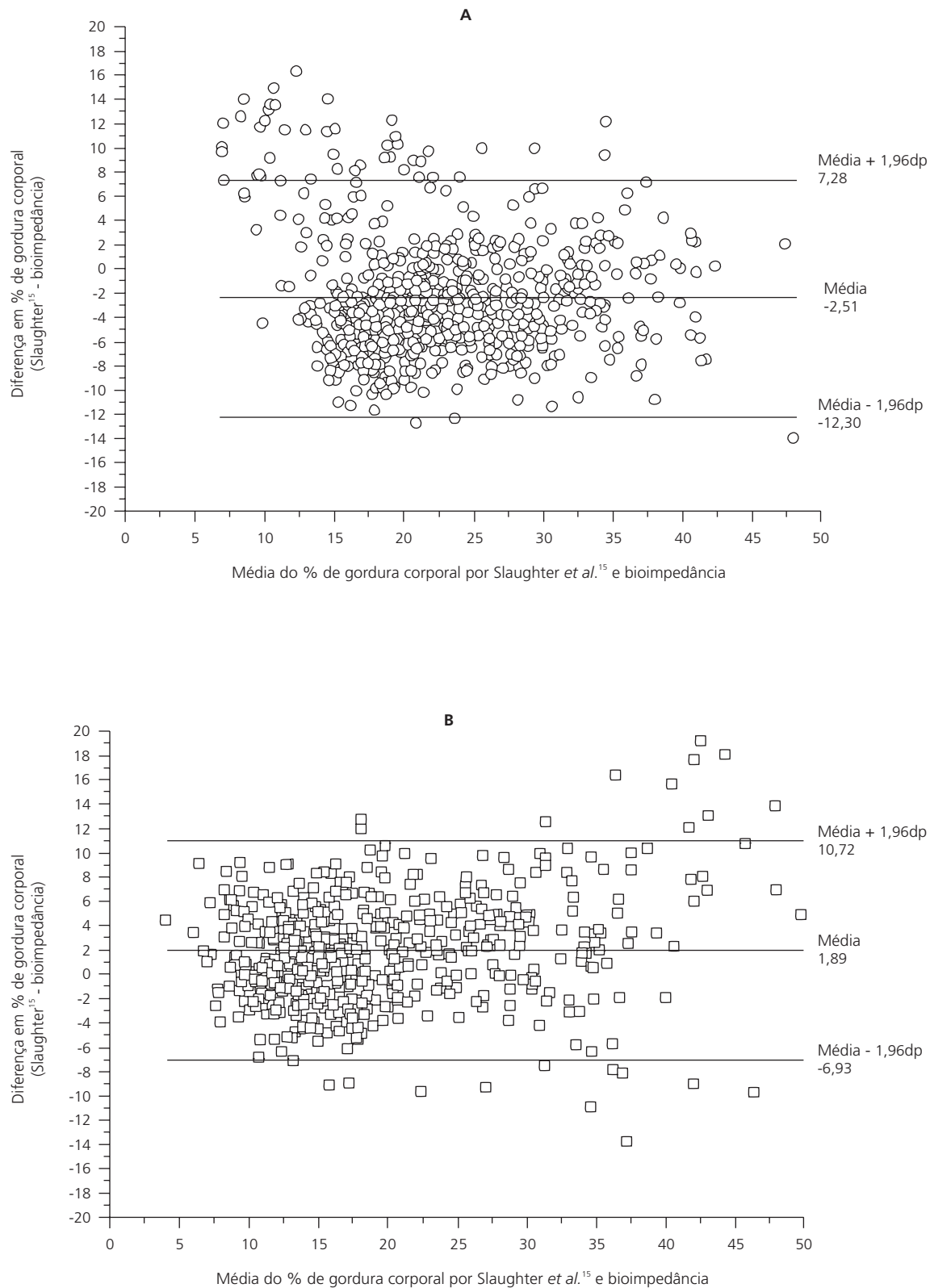


Figura 1. Modelo Bland-Altman¹⁶ comparando a diferença das medidas do percentual de gordura corporal, obtidas por dois métodos (bioimpedância elétrica perna-perna e espessura das dobras cutâneas), de escolares de 7 a 9 anos dos sexos feminino (A) e masculino (B). Campinas (SP), 2002-2003.

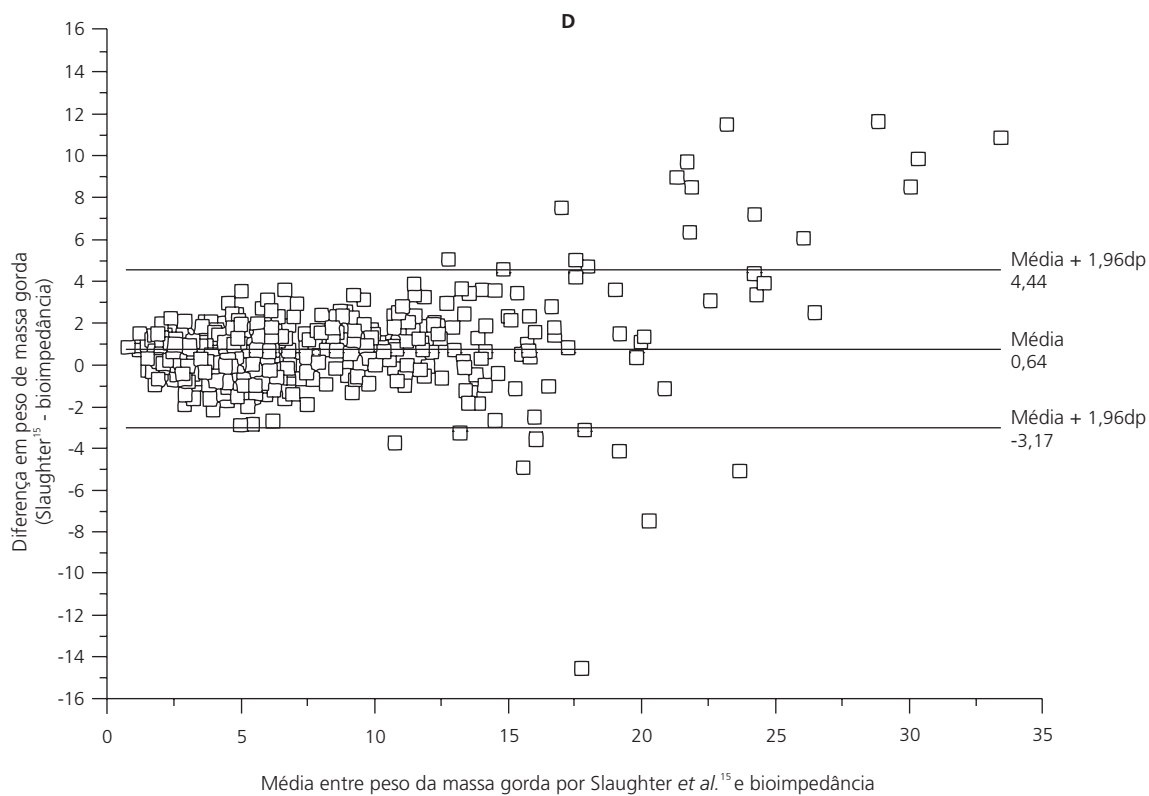
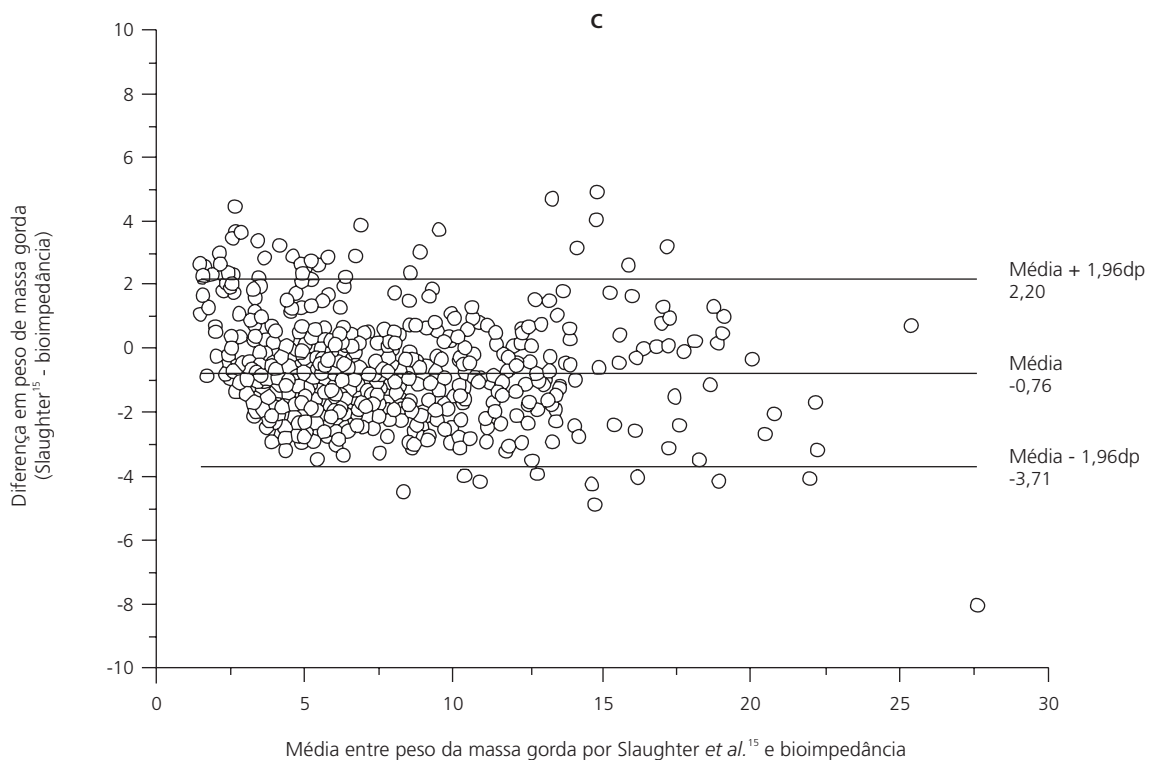


Figura 2. Modelo Bland-Altman¹⁶ comparando a diferença das medidas da massa gorda obtida por dois métodos (bioimpedância elétrica perna-perna e espessura das dobras cutâneas), de escolares de 7 a 9 anos dos sexos feminino (C) e masculino (D). Campinas (SP), 2002-2003.

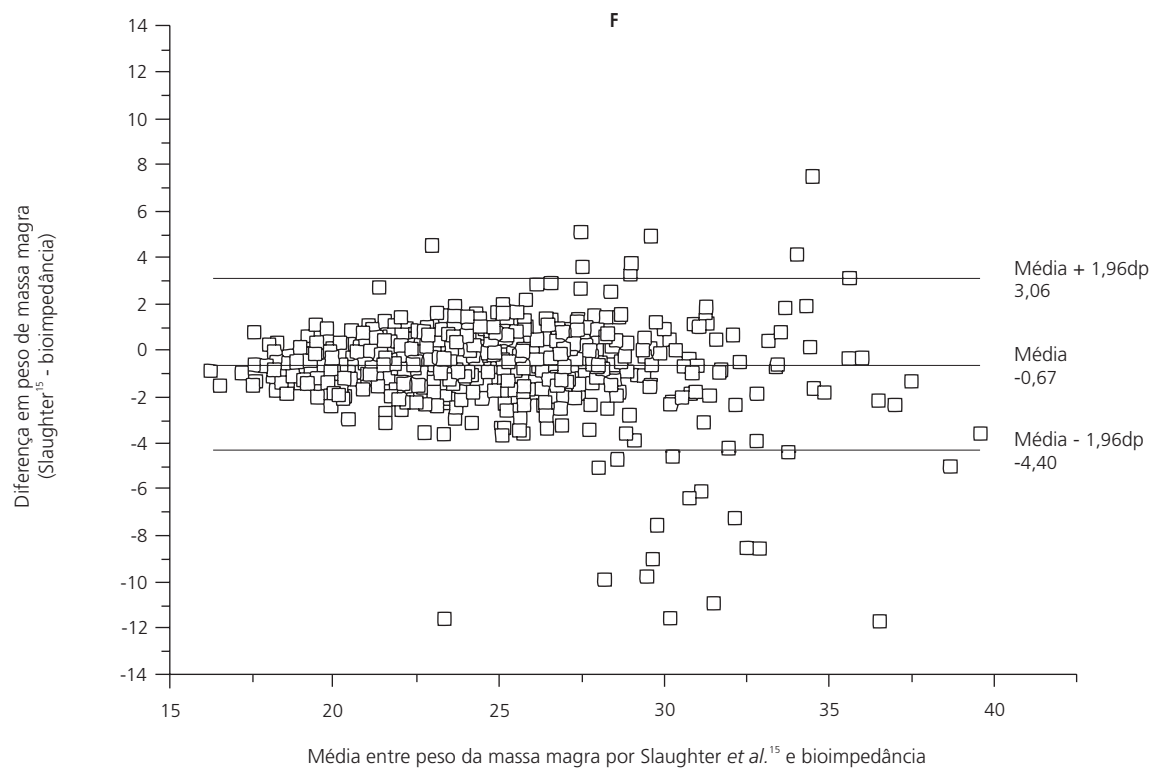
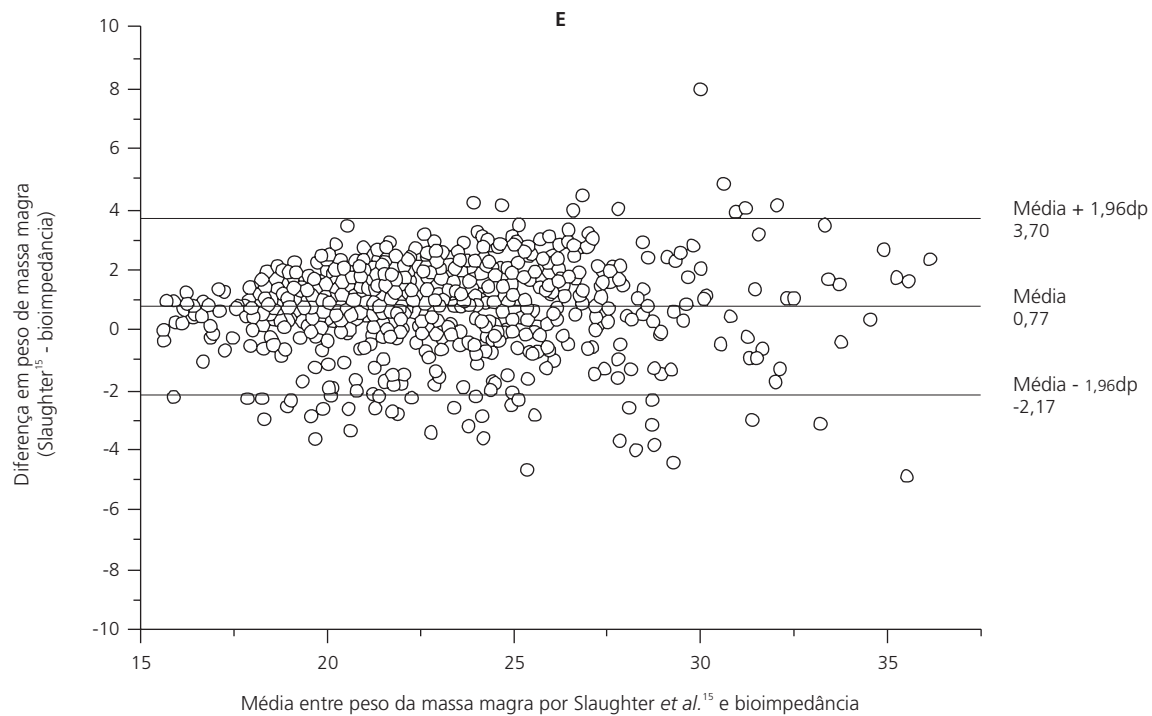


Figura 3. Modelo Bland-Altman¹⁶ comparando a diferença das medidas da massa magra obtida por dois métodos (bioimpedância elétrica perna-perna e espessura das dobras cutâneas), de escolares de 7 a 9 anos dos sexos feminino (E) e masculino (F). Campinas (SP), 2002-2003.

Nas Figuras de 1 a 3 observa-se o modelo de Bland-Altman¹⁶, para %GC, MG e MM, nas meninas e nos meninos, mostrando a diferença nas medidas obtidas pelo método de dobras cutâneas e BIA perna-perna. A média das diferenças entre os métodos foi próxima de zero, principalmente para a massa gorda e a massa magra, em ambos os sexos. Apenas 5% das diferenças nas medidas dos componentes da composição corporal ficaram fora do intervalo de confiança, para ambos os sexos.

DISCUSSÃO

A correlação do percentual de gordura corporal, da massa gorda e da massa magra, obtidos pela medida das dobras cutâneas ou pela BIA perna-perna, foi alta e significativa, em ambos os sexos, principalmente para MG e MM. O coeficiente de correlação encontrado neste estudo, para o %GC obtido pela BIA e pelas dobras cutâneas foi semelhante ao encontrado, por outros autores, em estudos com crianças e adolescentes^{18,19}.

A média das diferenças das medidas avaliadas pelo modelo de Bland-Altman foi próxima de zero, respectivamente nas meninas e nos meninos, principalmente para MG e MM, sugerindo que ambos os métodos podem ser usados em estudos populacionais, pois resultam em valores de medida semelhante.

A média das diferenças entre os valores das variáveis obtidas pela subtração Slaughter-BIA, foi negativa para a MG e positiva para a MM nas meninas, parecendo indicar que nelas a BIA tende a superestimar a MG e subestimar a MM. A média positiva para MG e negativa para MM aponta para uma tendência contrária nos meninos; neles a BIA parece subestimar a MG e superestimar a MM. Em estudo brasileiro, com adolescentes do sexo masculino, para validação da BIA perna-perna, os autores observaram que a TANITA tende a superestimar a água corporal total e a massa magra e subestimar a massa gorda em indivíduos com menos água corporal total²⁰. Neste estudo

foi observada a associação entre os componentes de composição corporal avaliados pela BIA perna-perna e as dobras cutâneas e os autores concluíram que ambos os métodos podem ser usados em estudos populacionais.

No presente estudo, no entanto, individualmente a variabilidade das diferenças para o %GC foi muito ampla. Segundo Hammond *et al.*¹⁹, esta variabilidade é esperada, pois a impedância avalia o conteúdo de água na massa livre de gordura, enquanto a dobra cutânea é uma medida de gordura corporal, e as duas não se relacionam, necessariamente, de forma linear.

Sung *et al.*⁵, em estudo de validação da BIA perna-perna com DXA, realizado com crianças chinesas entre 7 e 16 anos, concluíram que a BIA perna-perna é um método alternativo válido, com amplo potencial de uso pela simplicidade, em estudos transversais e longitudinais. Entretanto, estes autores ressaltam que o método superestima o %GC, o que compromete sua utilização para a avaliação individual, e recomendam que mais estudos sejam realizados para determinar a variação no %GC obtido por aparelhos de diferentes marcas em diferentes grupos étnicos.

No presente estudo observou-se a mesma tendência, pois a concordância encontrada entre as medidas permite assegurar que para estudos populacionais, a composição corporal de crianças pode ser avaliada, indistintamente, pelos dois métodos. No entanto, os pontos que ficaram fora do intervalo de confiança indicam um fato clinicamente importante em termos individuais. A mesma criança pode ser considerada obesa se avaliada por um método, e com peso adequado se avaliada pelo outro, levando a um diagnóstico nutricional errôneo. Isso aponta para vieses que não puderam ser controlados, uma vez que algumas medidas foram feitas após a ingestão de líquido, enquanto outras após exercício físico. Como a bioimpedância é determinada pela passagem de uma corrente elétrica pelos fluidos do corpo, é fácil perceber que mudanças na hidratação e nos eletrólitos podem ser responsáveis pelas diferenças mais amplas encontradas em

alguns casos. Tyrrell *et al.*⁴ também referem que quando se comparam os valores dos componentes da composição corporal obtidos pela BIA perna-perna com os obtidos por métodos de referência, como DXA e hidrodensitometria, geralmente a diferença entre as medidas é baixa e aceitável para grandes grupos populacionais, mas individualmente os erros são significantes, especialmente para o percentual de gordura corporal. Paineau *et al.*¹², ao compararem a BIA perna-perna e as dobras cutâneas em crianças francesas, usando diluição de deutério como método de referência, também concluíram que estes métodos são aplicáveis em estudos populacionais, mas apresentam limitações quando empregados para monitoramento individual.

A facilidade de aplicação da bioimpedância elétrica perna-perna torna este método preferível na avaliação da composição corporal de crianças em estudos com grande número de sujeitos, pois requer menos tempo para ser aplicado, se comparado às dobras cutâneas, elimina os erros inter e intra-examinador e não necessita de técnicos treinados para sua execução⁷. Porém, quando a BIA for utilizada para a avaliação da composição corporal é indispensável evitar ao máximo as condições que podem determinar vieses.

Conclui-se que a bioimpedância elétrica perna-perna pode ser utilizada em estudos populacionais para a avaliação da composição corporal de crianças brasileiras desta faixa etária, uma vez que houve alta correlação com as medidas das dobras cutâneas e as médias foram próximas de zero. Entretanto, individualmente, a aplicação não é recomendada, pois as amplas diferenças observadas nas estimativas podem induzir a erros clinicamente importantes. Neste caso, é necessária a aplicação de outros indicadores do estado nutricional associados à avaliação da composição corporal.

AGRADECIMENTO

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, Processo nº 2001/04401-2.

COLABORADORES

M. COCETTI participou da concepção do trabalho, da pesquisa e da redação do texto. S.D. CASTILHO participou da pesquisa e da redação final do artigo. A.A. BARROS FILHO participou da concepção e da redação final do artigo.

REFERÊNCIAS

1. Williams SM. Weight and Height growth rate and the timing of adiposity rebound. *Obes Res.* 2005; 13(6):1123-30.
2. Blossner M, Onis M. Prevalence and trends of overweight among preschool children in developing countries. *Am J Clin Nutr.* 2000; 72(4):1032-9.
3. Wang Y, Monteiro C, Popkin BM. Trends of obesity and underweight in older children and adolescents in the United States, Brazil, China, and Russia. *Am J Clin Nutr.* 2002; 75(6):971-7.
4. Tyrrell VJ, Richards G, Hofman P, Gillies GF, Robinson E, Cutfield WS. Foot-to-foot bioelectrical impedance analysis: a valuable tool for the measurement of body composition in children. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2001; 25(2):273-8.
5. Sung RYT, Lau P, Yu CW, Lam PKW, Nelson EAS. Measurement of body fat using leg to leg bioimpedance. *Arch Dis Child.* 2001; 85(3):263-7.
6. Coward WA, Parkinson SA, Murgatroyd PR. Body composition measurements for nutrition research. *Nutr Res Rev.* 1988, 1(1):115-24.
7. Heyward VH, Stolarczyk LM. Applied body composition assessment. Champaign (IL): Human Kinetics; 1996.
8. Forbes G. Body composition: influence of nutrition, physical activity, growth and aging. In: Forbes G. Modern nutrition in health and disease. Baltimore: Williams & Wilkins; 1999.
9. Houtkooper LF, Going SB, Lohman TG, Roche AF, van Loan M. Bioelectrical impedance estimation of fat-free body mass in children and youth: a cross-validation study. *J Appl Physiol.* 1992; 72(1):366-73.
10. Jebb SA, Cole TJ, Dornan D, Murgatroyd PR, Prentice AM. Evaluation of the novel tanita body fat analyser to measure body composition by comparison with a four-compartment model. *Br J Nutr.* 2000; 83(2):115-22.
11. Lazzar S, Boirie Y, Meyer M, Vermorel M. Evaluation of two foot-to-foot bioelectrical impedance

- analysers to assess body composition in overweight and obese adolescents. *Br J Nutr.* 2003; 90(5):987-92.
12. Paineau D, Chiheb S, Banu I, Valensi P, Fontan JE, Gaudelus J, *et al.* Comparison of field methods to estimate fat mass in children. *Ann Hum Biol.* 2008; 35(2):185-97.
13. Brasil. Ministério da Educação. Censo educacional. Brasília: MEC; 2003.
14. Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. Anthropometric standardization reference manual. Champaign (Il): Human Kinetics; 1988.
15. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, van Loan MD, *et al.* Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol.* 1988; 60(5):709-23.
16. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet.* 1986; 1(8476):307-10.
17. De Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ.* 2007; 85(9): 660-7.
18. Goss F, Robertson R, Williams A, Sward K, Abt K, Ladewig M, *et al.* A comparison of skinfolds and leg-to-leg bioelectrical impedance for the assessment of body composition in children. *Dyn Med.* 2003; 2(1):5.
19. Hammond J, Rona RJ, Chinn S. Estimation in community surveys of total body fat of children using bioelectrical impedance or skinfold thickness measurements. *Eur J Clin Nutr.* 1994; 48(3): 164-71.
20. Wells JCK, Gigante D, Wright A, Hallal PC, Victora CG. Validation of leg-to-leg impedance for body composition assessment in male Brazilians aged 16-19 years. *Int J Body Comp Res.* 2003; 1(2):1-6.

Recebido em: 7/11/2007
Versão final reapresentada em: 17/7/2008
Aprovado em: 17/9/2008

Influência de alimentos líquidos e sólidos no controle do apetite¹

Influence of liquid and solid foods on appetite control

Denise Machado MOURÃO²
Josefina BRESSAN²

RESUMO

Este trabalho discute o papel dos alimentos líquidos e sólidos na ingestão alimentar, fundamentando-se em uma revisão crítica sobre o assunto. Utilizaram-se os principais bancos de dados nacionais e internacionais em saúde, entre eles, *Medline/PubMed*, *Web of Science*, *Lilacs*, *SciELO*. A busca bibliográfica compreendeu o período de 1980 a 2008. Os resultados atuais das pesquisas indicam que o estado físico do alimento pode influenciar o consumo alimentar, tanto a curto quanto a longo prazo, e que os alimentos líquidos exercem um menor poder sacietógeno, em comparação aos sólidos. Os possíveis mecanismos envolvidos nesse fraco controle do apetite pelos líquidos são: falta de mastigação, fase céfálica da ingestão menos pronunciada, esvaziamento gástrico mais rápido e fatores cognitivos. Conclui-se que o uso de alimentos líquidos, em especial bebidas energéticas, deve ser moderado tanto na prevenção como no tratamento da obesidade.

Termos de indexação: *Appetite. Fome. Obesidade. Resposta de saciedade. Viscosidade.*

ABSTRACT

This review discussed the influence of solid and liquid foods on food intake, based on a critical review of the subject. The main national and international health databases, Medline/PubMed, Web of Science, Lilacs and SciELO, were searched. Publications from 1980 to 2008 were included. The findings showed that the physical nature of the food can influence food intake, both in the short term and long term, with liquids being less satiating than solids. The possible mechanisms involved on this impaired satiety response to liquids are: absence of mastication, short cephalic phase, faster gastric emptying and cognitive factors. In conclusion, liquid foods, especially calorie-containing beverages, should be consumed in moderation in order to prevent and treat obesity.

Indexing terms: *Appetite. Hunger. Obesity. Satiety response. Viscosity.*

¹ Artigo elaborado a partir da tese de D.M. MOURÃO, intitulada “Influência de alimentos líquidos e sólidos na saciação e na saciedade”. Viçosa; 2006.

² Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Nutrição e Saúde. Av. PH Rolfs, s/n., 36570-000, Viçosa, MG, Brasil
Correspondência para/Correspondence to: D.M. MOURÃO. E-mail: <dmmourao@gmail.com>.

INTRODUÇÃO

Diante da crescente incidência da obesidade na população mundial, muitas pesquisas vêm sendo desenvolvidas, no sentido de identificar os elementos que mais contribuem para esse fato. Dentre esses elementos, um fator significativo tem sido a relação entre o estado físico em que o alimento é ingerido e o ganho de peso corporal. Isso porque os alimentos podem ser classificados segundo suas diferenças sensoriais, propriedades físicas e químicas, as quais contribuem para a regulação do comportamento alimentar e, também, para a regulação do metabolismo energético^{1,2}.

Segundo a Organização Mundial de Saúde, os alimentos líquidos levam a um maior risco para o ganho de peso corporal³. Também outros autores observaram que a ingestão de alimentos sólidos parece suprimir o apetite, por um período de tempo maior do que líquidos. Entretanto, o assunto é ainda muito controverso, visto que outros pesquisadores encontraram uma associação inversa⁴⁻⁶. Além disso, constatou-se que uma grande parte dos resultados das pesquisas não é conclusiva, e que os possíveis mecanismos envolvidos nesse fenômeno ainda não foram esclarecidos.

Assim, este artigo avaliou e discutiu, de forma sistemática, a associação entre o estado físico dos alimentos e a obesidade, no intuito de verificar se a hipótese de que os líquidos exercem um menor poder sacietógeno nos indivíduos possui suficiente embasamento científico. Para isso, foi realizada uma revisão das principais pesquisas sobre o assunto levantando-se seus pontos mais significativos. Na busca bibliográfica, que compreendeu o período de 1980 a 2008, foram utilizados os principais bancos de dados nacionais e internacionais em saúde; entre eles, *Medline/PubMed*, *Web of Science*, *Lilacs* e *SciELO*. O tema foi desenvolvido de acordo com os seguintes tópicos: 1) obesidade e ingestão de líquidos; 2) fatores que podem influenciar a compensação energética no controle da ingestão alimentar (fatores fisiológicos

e mecanismos corporais; propriedades físico-químicas dos alimentos; e fatores psicológicos, cognitivos e sociais); 3) possíveis mecanismos envolvidos nessa hipótese e; 4) comparação entre os efeitos dos alimentos líquidos e alimentos sólidos na saciedade.

Obesidade e ingestão de líquidos

A tendência de que um alto consumo de bebidas seja uma importante preocupação de saúde pública justifica-se pela hipótese segundo a qual a energia contida nas bebidas favorecerá um consumo energético maior, em relação aos alimentos sólidos³.

O alto consumo de bebidas, especialmente refrigerantes, tem sido apontado por pesquisadores como um dos possíveis fatores que leva ao ganho de peso em vários países⁷⁻⁹. Desde 1978, a ingestão de refrigerantes tem aumentado em cerca de 40% nos Estados Unidos da América (EUA). Dados do Departamento de Agricultura e Economia dos EUA indicam que mais de um terço do consumo de açúcar desta população é proveniente de líquidos¹⁰. Os refrigerantes carbonatados têm contribuído com cerca de 33,2% deste aumento no consumo de açúcar ingerido diariamente na dieta de americanos maiores de 2 anos de idade, ao passo que sucos de frutas contribuíram com uma parcela adicional de 9,8%. Em 1997, nos EUA, o consumo de refrigerantes foi estimado em cerca de 33 litros *per capita*, sendo apenas 24,0% deste valor referente ao grupo de dietéticos^{8,10}.

Na região de Piracicaba (SP) verificou-se que o consumo médio diário alcançou, aproximadamente, 230mL de refrigerante e 550mL de bebidas com adição de açúcar entre adolescentes da rede pública de ensino⁷.

Baseados nesses dados, vários autores acreditam que a adição de calorias à dieta, proveniente dos líquidos, possa aumentar a ingestão energética total. Isto foi demonstrado para café, bebidas alcoólicas, refrigerantes, sucos de fruta e

leite^{8,11}. Adicionalmente, verificou-se que a ingestão de alimentos em diferentes estados físicos provocou uma maior redução no consumo após a ingestão de alimentos sólidos, seguida de alimentos pastosos e líquidos, respectivamente¹².

Fatores que podem influenciar a compensação energética no controle da ingestão alimentar

Os principais fatores fisiológicos e os mecanismos corporais relacionados à compen-

sação energética são: 1) idade e sexo, relacionados aos processos de anorexia e às desordens alimentares, respectivamente; 2) peso corporal, influenciado pela fome, pela saciedade, pela preferência por determinados alimentos e pelos padrões de alimentação; 3) distensão e esvaziamento gástrico, intimamente relacionados aos processos de saciação e saciedade; 4) hormônios periféricos, relacionados aos processos de esvaziamento gástrico e ao transporte intestinal de açúcar, como a colecistocinina (CCK), peptídeo semelhante ao glucagon (GLP-1), e a insulina; 5)

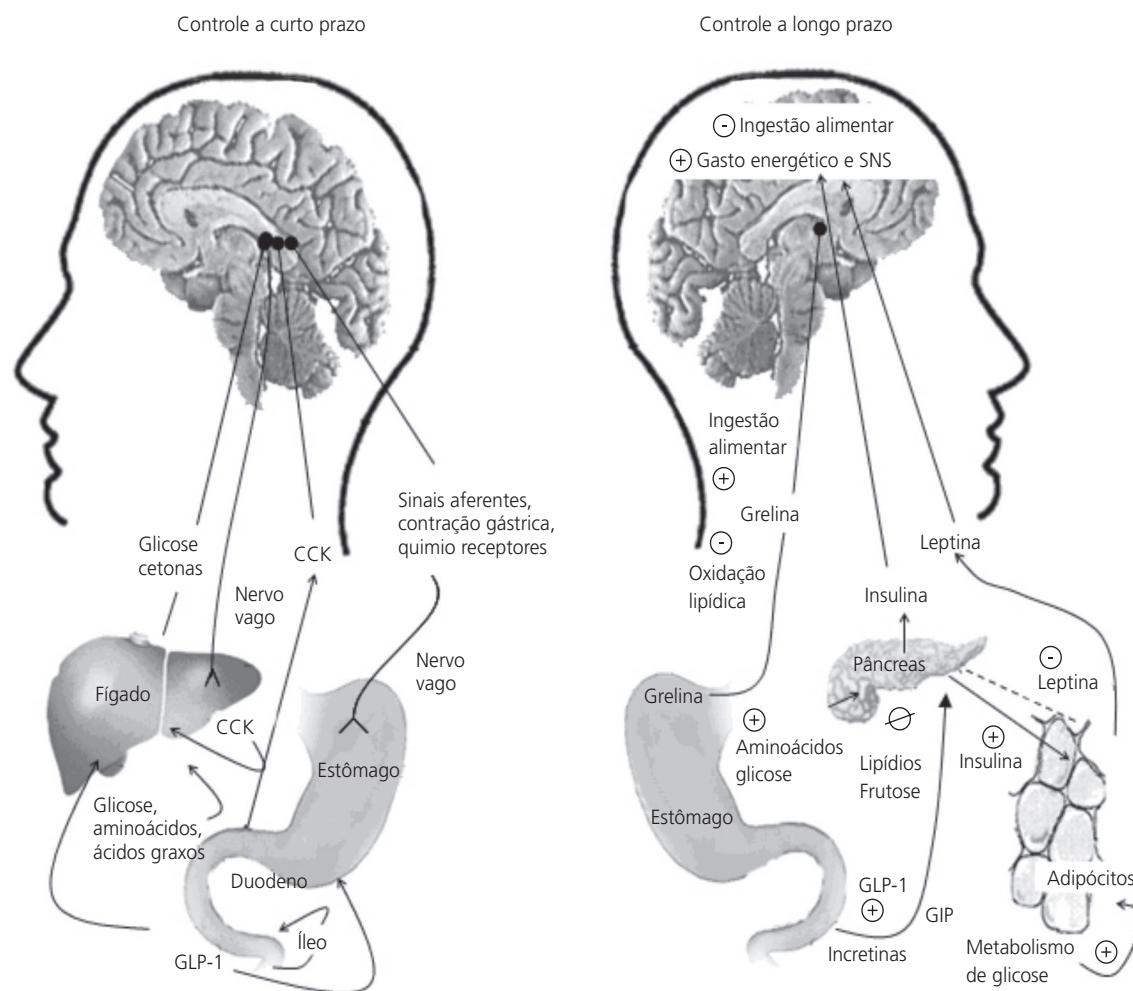


Figura 1. Principais fatores fisiológicos e mecanismos corporais relacionados ao controle da ingestão alimentar e à compensação energética, a curto e longo prazo.

Fonte: Adaptado de Havel⁵¹.

Nota: seta contínua e/ou sinal positivo indicam estimulação, seta descontinua e/ou sinal negativo indicam inibição; CCK: colecistocinina; GLP-1: peptídeo semelhante ao glucagon; NPY: neuropeptídeo Y; GIP: peptídeo insulínico dependente de glicose; SNS: sistema nervoso simpático.

hormônios e peptídeos centrais, também relacionados aos processos de esvaziamento gástrico, ao trânsito intestinal, à distensão gástrica e intestinal, ao nível de glicose sangüínea, e ao metabolismo hepático, influenciados pelo neuropeptídeo Y (NPY), leptina, galanina e grelina; 6) processos metabólicos, relacionados às taxas de oxidação de glicose e lipídios¹³. A Figura 1 mostra, esquematicamente, os principais fatores fisiológicos e os mecanismos corporais relacionados ao controle da ingestão alimentar e à compensação energética, a curto e a longo prazo.

Dentre as propriedades físico-químicas dos alimentos, a viscosidade, definida como a resistência que um fluido oferece ao movimento relativo de quaisquer de suas partes, também está relacionada a alterações na ingestão alimentar. Uma maior viscosidade retardaria o esvaziamento gástrico, aumentando o tempo de saciedade¹⁴. Portanto, de uma forma geral, alimentos mais viscosos tendem a retardar a sensação de fome por mais tempo do que alimentos menos viscosos.

A composição de macronutrientes também tem sido demonstrada como um fator que influencia a ingestão alimentar, na qual a proteína é o

macronutriente mais sacietógeno, seguido de carboidratos e lipídios¹⁵, e a eficiência de absorção dos macronutrientes pode diferir, a depender do estado físico do alimento. Sólidos e líquidos apresentam diferenças em sua resistência à ação da degradação enzimática, bacteriana e mecânica, podendo os alimentos sólidos apresentar um menor aproveitamento energético. Além disso, um alto conteúdo de fibras, característica de alimentos sólidos, pode resultar também em perda de energia na absorção¹. De forma semelhante, a saciedade pode ser afetada ainda pelo volume¹⁶ e pela densidade energética¹⁷, os quais interagem diretamente nos receptores gástricos e intestinais².

Fatores psicológicos, como o condicionamento de comportamento restritivo diante de alimentos, podem surgir em indivíduos que fazem dieta constantemente, alterando, dessa forma, a ingestão alimentar. Fatores cognitivos, como o aprendizado da mastigação prolongada em determinadas culturas, parecem promover a saciação mais rapidamente. Socialmente, a acessibilidade a alimentos altamente energéticos, como os *fast foods*, e o aumento das porções¹⁸, dentre outros, também alteram a ingestão alimentar, contribuindo

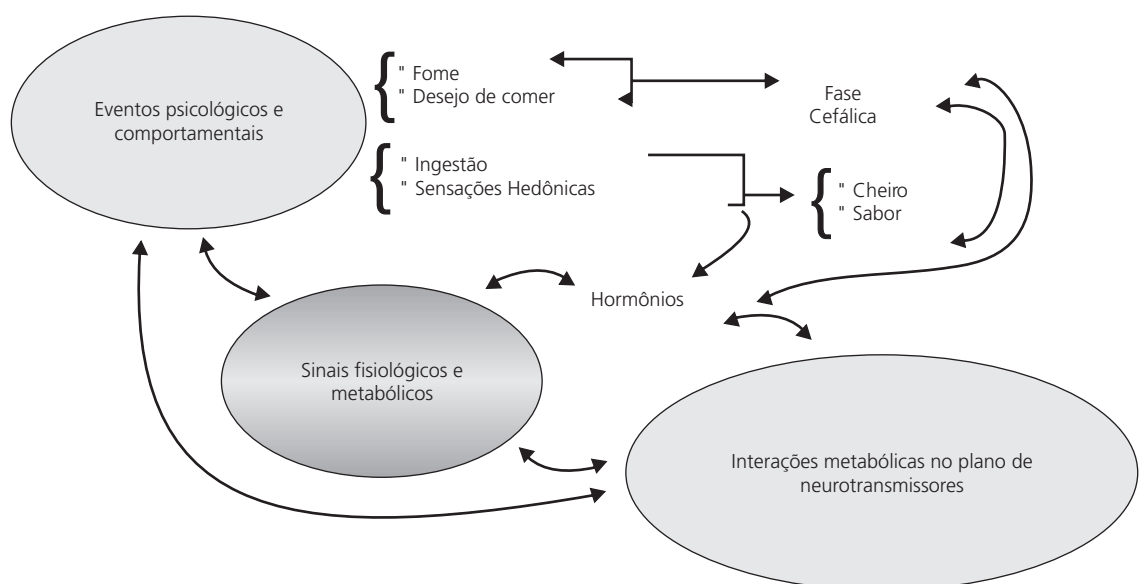


Figura 2. Rede de interações de um sistema psíquico-fisiológico.

do para o ganho de peso¹⁹. A Figura 2 mostra esquematicamente uma rede de interações entre fatores psíquico-fisiológicos que controlam a ingestão alimentar.

Possíveis mecanismos envolvidos na hipótese de que os alimentos líquidos saciam menos que os sólidos

A ausência da mastigação, que ocorre quando da ingestão de alimentos líquidos, tem sido apontada como um dos fatores que contribuiriam para a menor saciedade. O tempo de exposição aos receptores orofaríngeos, intimamente ligados ao controle dos centros da fome e da saciedade, é muito maior para os alimentos sólidos do que para os líquidos²⁰. Em ratos, verificou-se que o ato mecânico da mastigação promove a saciedade, especialmente em animais magros, quando comparados aos obesos²¹. Posteriormente, verificou-se, também em animais, que a mastigação ativa a liberação de histamina, a qual suprime fisiologicamente a ingestão alimentar, pela ativação dos centros de saciedade no hipotálamo. Com isso, há uma redução tanto do volume, quanto da velocidade de ingestão do alimento, um aumento da lipólise, particularmente em adipócitos viscerais e, ainda, um aumento da expressão gênica das proteínas desacopladoras (UCPs)²².

Esse menor tempo de exposição aos receptores orofaríngeos, que ocorre com alimentos líquidos, também resulta em uma fase cefálica da alimentação menos pronunciada, pois há uma fraca produção/liberação dos hormônios e peptídeos envolvidos. A palatabilidade, avaliação hedônica das propriedades sensoriais de um alimento²³, tem sido considerada um importante e determinante fator na seleção e ingestão de alimentos em humanos²⁴. Vários trabalhos mostraram que alimentos não palatáveis são menos ingeridos, quando comparados aos palatáveis²³⁻²⁵. Este último estudo sugeriu que pessoas com sobrepeso são mais susceptíveis à escolha de alimentos palatáveis, os quais, geralmente, têm mais energia,

levando, possivelmente, a um aumento do peso corporal. Adicionalmente, foi verificado, também em humanos, que dietas não palatáveis promovem um estímulo reduzido do Sistema Nervoso Simpático (SNS), especialmente na fase inicial (cefálica) do processo de alimentação, podendo assim haver uma resposta diferenciada na termogênese²⁶.

Quanto ao gasto energético, foi observada, após a ingestão de alimento sólido, uma maior resposta no metabolismo de repouso, quando comparada à ingestão do alimento líquido. Contudo, a dieta sólida utilizada foi mais aceita que a fórmula líquida²⁷, devendo esses resultados ser interpretados com cautela. Posteriormente, Habas & MacDonald²⁸ encontraram um maior gasto energético, e níveis plasmáticos mais elevados de glicose e insulina após o consumo da dieta sólida, testada em relação à líquida. Entretanto, a dieta líquida desse estudo era hipertônica, o que, muito provavelmente, poderia ter levado a um retardo no esvaziamento gástrico da mesma. A falta de controle dessas duas variáveis nos trabalhos citados pode ter interferido na análise dos resultados, prejudicando assim a interpretação do efeito principal.

Um dos obstáculos no estudo é o fato de este tema estar relacionado a uma grande variedade de fatores, dificultando o controle dos mesmos. Testar uma mesma formulação alimentícia ou uma composição de alimentos nas formas líquida e sólida, de maneira que não haja diferenças significativas na densidade energética, na distribuição e no perfil de macronutrientes, na osmolalidade, no volume, entre outros, é uma tarefa árdua.

Ainda são limitadas as informações que possibilitariam esclarecer melhor o efeito da consistência dos alimentos na taxa de esvaziamento gástrico e na secreção de hormônios gastrointestinais. Já é conhecido que o esvaziamento gástrico de líquidos é mais rápido do que o de sólidos²⁹. Entretanto, em refeições contendo quantidades normais de componentes sólidos e líquidos, há uma produção de solução viscosa, na qual as

partículas sólidas ficam suspensas, à medida que esses componentes são misturados na boca e no estômago. Um aumento da viscosidade do conteúdo gástrico reduz a sedimentação dos sólidos no líquido e dificulta, assim, a habilidade preferencial que o antro tem em se esvaziar mais rapidamente de líquidos do que de sólidos³⁰. Além disso, independentemente do tipo de alimento consumido, uma correlação negativa foi observada entre a taxa de esvaziamento gástrico e a saciedade³¹.

Deveria ser considerado, ainda, que mecanismos neurais, assim como a presença de produtos da digestão no duodeno, especialmente gordura e aminoácidos que estimulam a secreção de vários hormônios gastrointestinais, como a Colecistocinina (CCK), têm demonstrado ter um importante papel na regulação da ingestão alimentar. Reconhecido como o primeiro peptídeo anorexígeno, a CCK atua mais pronunciadamente na saciação do que na saciedade, assim como na ação de líquidos, comparado à ação dos alimentos sólidos³².

Alguns autores verificaram também que a concentração plasmática de noradrenalina apresentou tendência a ficar mais elevada após a ingestão de alimento sólido, em comparação à de líquidos, enquanto que a concentração de adrenalina, ao contrário, foi reduzida²⁸. Alguns estudos consideram que a concentração plasmática de adrenalina, e não a de noradrenalina é reduzida em indivíduos obesos, tanto em repouso quanto após estimulação³³. Entretanto, estudos com pré-obesos e pós-obesos indicaram que uma diminuição na estimulação da secreção de adrenalina, em pós-obesos, não está associada ao estado de obesidade, mas talvez já esteja presente em indivíduos pré-obesos³⁴.

A leptina também tem demonstrado possuir forte influência na ingestão alimentar. Ela promove o decréscimo do consumo, pela sinalização da saciedade no cérebro. Em humanos, a leptina está associada ao peso corporal, ao índice de massa corporal e ao percentual de gordura corporal, sendo que uma falha na produção de

leptina ou uma resistência à sua ação pode resultar em aumento de peso corporal³⁵. Os níveis de leptina parecem ser maiores com o excesso de peso crônico, e reduzidos em jejuns prolongados ou restrições energéticas. Dietas ricas em lipídios proporcionam um aumento significativo na concentração sérica de leptina, porém isso não ocorre com o aumento da energia total ingerida, ou com dietas hiperprotéicas³⁶.

A grelina, um peptídeo gastrointestinal, é outro exemplo de um importante hormônio relacionado à regulação, tanto do metabolismo energético, quanto da ingestão alimentar. Ao contrário da leptina, a grelina promove o aumento do consumo³⁷. Em estudos nos quais a grelina foi administrada em ratos, observou-se um aumento do quociente respiratório, sugerindo uma mudança do padrão metabólico em direção à glicólise, ao invés da oxidação de ácidos graxos, favorecendo assim a adiposidade e o ganho de peso³⁸. Outros efeitos da grelina foram demonstrados, como estimulação da motilidade gástrica e secreção ácida³⁹, estímulo do apetite⁴⁰, entre outros. Em humanos, os níveis plasmáticos de grelina parecem estar aumentados no jejum^{38,41} e, ao contrário do que se esperava, reduzidos em obesos⁴². Uma possível explicação para este decréscimo na concentração plasmática de grelina em obesos seria pela ocorrência de uma adaptação fisiológica ao balanço energético positivo, associada à obesidade^{40,42}. Tem sido proposto, ainda, que a grelina é um hormônio que contribui para a iniciação de uma refeição⁴¹, uma vez que seus níveis plasmáticos parecem estar aumentados antes de uma refeição e diminuídos logo após a ingestão⁴². Uma maior e mais prolongada redução dos níveis de grelina foi verificada em idosos que receberam 25% de suas necessidades energéticas na forma de barras energéticas, alimento sólido, quando comparada a *shakes*, alimento líquido testado⁴³. Entretanto, ainda não foram realizados trabalhos específicos, com delineamento adequado, para uma investigação dos níveis desses hormônios relacionados à ingestão de alimentos sólidos e líquidos e às suas influências, a curto e longo prazo, na fome.

Influências cognitivas também devem ser consideradas como um fator importante na regulação da ingestão alimentar^{13,29}. As áreas do cérebro nas quais o prazer ou os valores afetivos relacionados ao cheiro e ao gosto, estão intimamente relacionadas às áreas que envolvem as emoções. Na natureza, a energia normalmente não é originada de alimentos líquidos, com exceção do leite materno na infância. Nesta fase, ocorre uma grande e direta relação entre a viscosidade dos alimentos e a quantidade de energia. Dessa forma, o leite materno talvez promova uma importante fase de indução de um comportamento reflexo de que substâncias mais espessas contenham mais energia²⁰. Ao longo dos anos, se incorpora que, ao consumir um líquido, se está satisfazendo a sensação de sede, e não a de fome. Adicionalmente, o fato de que a ingestão de um líquido, geralmente, ocorre junto com uma refeição, ou em intervalos ao longo do dia, e não em substituição a uma refeição principal, também contribui para essa associação cognitiva. Todas essas considerações podem significar que a

diferença na resposta de saciedade, entre alimentos líquidos e sólidos, é baseada, entre outros fatores, em um comportamento adquirido^{20,44}. A Figura 3 esquematiza os possíveis mecanismos envolvidos na interferência de alimentos líquidos na fome.

Alimentos líquidos x alimentos sólidos na saciedade

Alguns estudos têm demonstrado que líquidos promovem maior saciedade que sólidos^{4-6,44}. Entretanto, na grande maioria dos trabalhos que verificaram esse resultado foram utilizadas sopa ou formulações tipo *shake*, a serem consumidas como uma pré-carga, anteriormente a uma refeição, ou como a própria refeição teste.

As sopas são consideradas uma categoria de alimentos bastante heterogênea, apresentando propriedades completamente diferentes de bebidas¹². Em geral, elas diferem das bebidas na composição nutricional, na temperatura e na forma de apresentação a ser consumida. Elas também

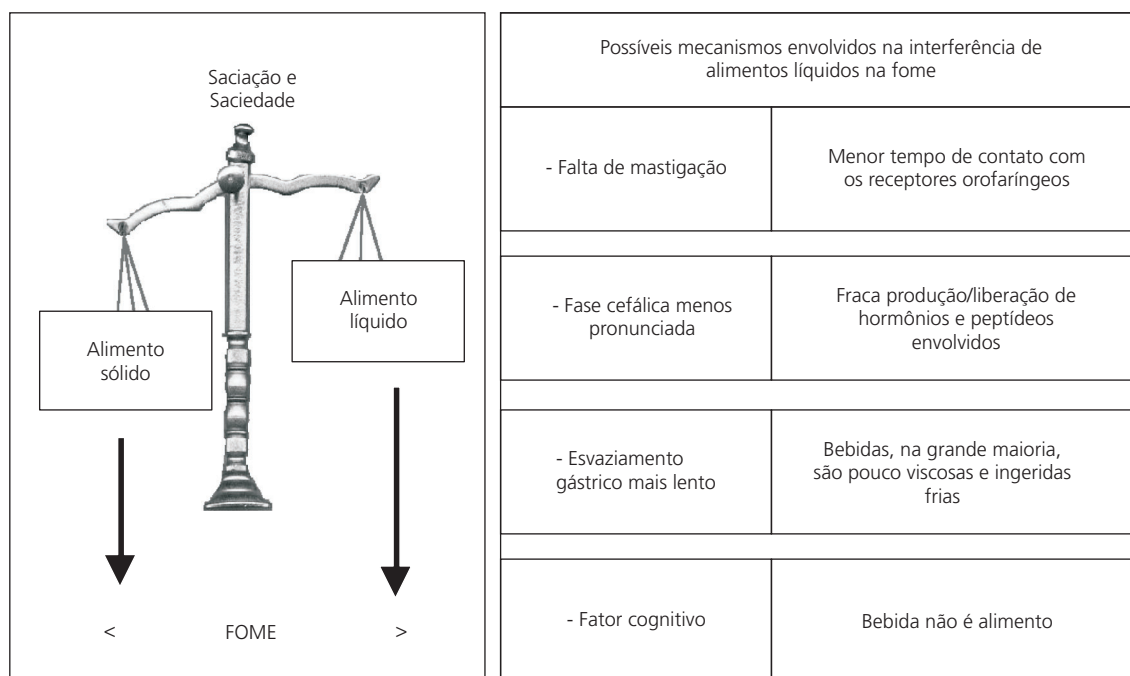


Figura 3. Possíveis mecanismos envolvidos na interferência de alimentos líquidos na fome.

são consideradas, cognitivamente, como uma refeição. Dessa maneira, os estudos que utilizaram a sopa como dieta líquida, a ser contrastada com sólidos, tiveram um delineamento experimental completamente diferente daqueles com bebidas, não devendo assim ser comparados^{2,29}.

Estudos com iogurte⁴⁵ e formulações tipo *shake*^{20,46,47} também não são adequados para comparar a influência de alimentos sólidos e líquidos na saciedade, mas sim a interferência de alimentos mais ou menos viscosos, na saciedade, visto que são caracterizados pela adição de agentes emulsificantes em uma das dietas a serem testadas. Adicionalmente, verificou-se que é comum na literatura a falta de controle de outros fatores importantes no controle da saciedade, como: composição de macronutrientes, peso, volume,

temperatura, palatabilidade, conteúdo e estrutura de fibras, impressão cognitiva, entre outros, os quais podem impossibilitar interpretações conclusivas^{1,2,29}.

Por outro lado, outros estudos^{48,49} que utilizaram alimentos sólidos *versus* alimentos líquidos em seu delineamento, verificaram uma maior saciedade após a ingestão de sólidos. Também foi verificado que, quando a maior parte das calorias ingeridas era na forma de líquidos, a compensação energética não era observada, ao passo que com sólidos, os indivíduos restringiam seu consumo posterior⁴⁹. Outros dois estudos De Graaf & Hulshof⁴⁵ e Hulshof *et al.*⁵⁰ também verificaram uma maior saciedade após a ingestão de alimentos sólidos, comparada à de líquidos. Entretanto a utilização de agente emulsificante e de artefatos,

Quadro 1. Principais estudos comparativos, de 1980 a 2008, entre estado físico de alimentos e seus efeitos na ingestão alimentar.

Alimentos comparados	Resultados elementos com potenciais efeitos nos resultados*	Sexo	n	Referência
**Sopa x vegetais	Sopa promoveu maior saciedade/Diferença na temperatura dos alimentos servidos	M	22	França ⁴
Sopa x vegetais cozidos com queijo	Sopa promoveu maior saciedade/Diferença na temperatura dos alimentos servidos	M	8	Itália ⁶
Sopa x Risoto	Sopa reduziu a fome/Variação do volume, densidade energética, aparência e forma das dietas	F	24	EUA ⁵
Refrigerante x doce	Redução no consumo após ingestão do alimento sólido/Variação do tempo de ingestão e impacto do doce na sede	F M	8 7	EUA ⁴⁹
<i>Shakes</i> mais ou menos viscosos	Maior redução da fome após <i>shake</i> mais viscosos/Faixa etária muito ampla (48 variações de 13 anos)	F M	54 30	EUA ⁴⁶
Fruta x sopa x suco	Saciedade decrescente: Fruta > sopa > suco/Diferenças na temperatura e no volume dos alimentos servidos	F M	18 13	EUA ¹²
**Melancia x suco de melancia Coco x leite coco e leite x queijo	Maior saciação e maior tendência à saciedade após alimentos sólidos	F M	60 60	EUA ⁴⁸
Almoço com pré-carga x almoço sem pré-carga	Redução de 20 % na ingestão do almoço com a pré-cargas/Diferença no sabor e valor energético das pré-cargas	F M	30 30	EUA ⁴⁴
Achocolatado líquido x semi-líquido x semi-sólido	# Diferença na ingestão: líquidos > semi-líquidos > semi-sólidos/ Menor tempo de ingestão do alimento líquido ## Maior ingestão com líquido do que com semi-sólido/Ingestão artificial (bomba de impulsão) tempo controlado	F M F M	72 36 35 141	Holanda ²⁰
Barra energética x <i>shake</i>	Maior redução da fome após ingestão dos sólidos/variação de macronutrientes e fibras e estudo com idosos	F M	7 2	EUA ⁴³

* Principais elementos não controlados com efeito potencial nos resultados, além das limitações de cada delineamento e características da amostra (participantes); n: número de indivíduos que participaram do estudo; sexo (F=feminino e M=masculino), idade etc. ** Preparações utilizadas como pré-cargas → podem resultar em maior sensação de plenitude gástrica.

I Estudo (fora do laboratório); ## II Estudo (em laboratório).

como o uso de cliques nasais pelos participantes para ingestão das dietas, pode ter também afetado esses resultados, além de as amostras ainda diferirem quanto à densidade energética e ao peso. Mais tarde, DiMeglio & Mattes⁴⁹ contrastaram sólidos e líquidos na forma de refrigerante e doce. Uma compensação energética de cerca de 118% foi verificada após o uso do doce, e nenhuma redução após o uso do refrigerante. Entretanto, não houve um controle do tempo de ingestão dos alimentos testados ao longo do dia. Posteriormente, Mattes & Rothacker⁴⁶ verificaram que a viscosidade de bebidas está inversamente relacionada à fome, corroborando os resultados encontrados recentemente por outro grupo de pesquisadores²⁰. Porém, como foi salientado anteriormente, o delineamento desses estudos foi direcionado para uma comparação entre líquidos mais ou menos viscosos, e não entre sólidos e líquidos. Em 2007, outro estudo⁴⁸ contrastou três grupos de alimentos sólidos e líquidos, tendo verificado que os alimentos líquidos testados, de forma geral, promoveram menor saciação e uma tendência à menor saciedade e que, especialmente em indivíduos obesos, isso ocorreu de forma mais pronunciada após a refeição hiperprotéica líquida. O Quadro 1 mostra, resumidamente, os principais estudos comparativos entre estado físico de alimentos e seus efeitos na ingestão alimentar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante a análise crítica da literatura citada sobre este assunto, pode-se verificar que o estado físico do alimento tem grande influência nos níveis de fome e saciedade, e que existem fortes evidências de que os alimentos líquidos têm um fraco controle sobre o apetite, quando comparados aos sólidos. Vários trabalhos que observaram o efeito oposto apresentaram delineamento experimental inadequado, ou utilizaram sopas, iogurte, ou *shake* como veículos, não sendo exemplos adequados de alimentos na forma líquida.

Apesar de os mecanismos envolvidos nessa questão ainda não terem sido suficientemente

caracterizados, acredita-se que fatores comportamentais, cognitivos, sensoriais, osmóticos, endócrinos, entre outros, estejam fortemente presentes e atuantes no prolongamento ou não da saciedade. Particularmente na obesidade, a interação desses fatores tem fundamental importância. Nesse sentido, o estado físico dos alimentos deve ser considerado com cautela, uma vez que os alimentos líquidos não promovem saciedade da mesma forma e intensidade que os sólidos, e parecem atuar também de forma diferenciada em indivíduos obesos e não obesos.

Portanto, em termos da prevenção e tratamento da obesidade, é necessário rever a frequência e a quantidade do consumo de alimentos líquidos, contendo alto valor energético, especialmente na forma de bebidas.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo apoio financeiro concedido na forma de bolsas.

COLABORADORES

D.M. MOURÃO participou integralmente da elaboração e da redação do manuscrito, sendo o assunto abordado o principal foco de sua tese de doutorado. J. BRESSAN participou integralmente da elaboração do trabalho, como supervisora e orientadora, contribuindo substancialmente com a discussão e a apresentação do mesmo.

REFERÊNCIAS

1. Mattes RD. Beverages and positive energy balance: the menace is the medium. *Int J Obes (London)*. 2006; 30(Suppl 3):S60-5.
2. Mattes R. Fluid calories and energy balance: the good, the bad, and the uncertain. *Physiol Behav*. 2006; 89(1):66-70.
3. World Health Organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. *World Health Organ Tech Rep Ser*. 2003; 916(1-8):1-149.

4. Himaya A, Louis-Sylvestre J. The effect of soup on satiation. *Appetite*. 1998; 30(2):199-210.
5. Rolls BJ, Bell EA, Thorwart ML. Water incorporated into a food but not served with a food decreases energy intake in lean women. *Am J Clin Nutr*. 1999; 70(4):448-55.
6. Santangelo A, Peracchi M, Conte D, Fraquelli M, Porrini M. Physical state of meal affects gastric emptying, cholecystokinin release and satiety. *Br J Nutr*. 1998; 80(6):521-7.
7. Carmo MB, Toral N, Silva MV, Slater B. Consumo de doces, refrigerantes e bebidas com adição de açúcar entre adolescentes da rede pública de ensino de Piracicaba, São Paulo. *Rev Bras Epidemiol*. 2006; 9(1):121-30.
8. Popkin BM, Armstrong LE, Bray GM, Caballero B, Frei B, Willett WC. A new proposed guidance system for beverage consumption in the United States. *Am J Clin Nutr*. 2006; 83(3):529-42.
9. Vereecken CA, Inchley J, Subramanian SV, Hublet A, Maes L. The relative influence of individual and contextual socio-economic status on consumption of fruit and soft drinks among adolescents in Europe. *Eur J Public Health*. 2005; 15(3):224-32.
10. Storey ML, Forshee RA, Anderson PA. Beverage consumption in the US population. *J Am Diet Assoc*. 2006; 106(12):1992-2000.
11. Shields DH, Corrales KM, Metallinos-Katsaras E. Gourmet coffee beverage consumption among college women. *J Am Diet Assoc*. 2004; 104(4):650-3.
12. Mattes R. Soup and satiety. *Physiol Behav*. 2005; 83(5):739-47.
13. Almiron-Roig E, Chen Y, Drewnowski A. Liquid calories and the failure of satiety: how good is the evidence? *Obes Rev*. 2003; 4(4):201-12.
14. Marciani L, Gowland PA, Spiller RC, Manoj P, Moore RJ, Young P, *et al*. Gastric response to increased meal viscosity assessed by echo-planar magnetic resonance imaging in humans. *J Nutr*. 2000; 130(1):122-7.
15. Rumpler WV, Kramer M, Rhodes DG, Paul DR. The impact of the covert manipulation of macronutrient intake on energy intake and the variability in daily food intake in nonobese men. *Int J Obes (Lond)*. 2006; 30(5):774-81.
16. Norton GN, Anderson AS, Hetherington MM. Volume and variety: relative effects on food intake. *Physiol Behav*. 2006; 87(4):714-22.
17. Ledikwe JH, Blanck HM, Kettel Khan L, Serdula MK, Seymour JD, Tohill BC, *et al*. Dietary energy density is associated with energy intake and weight status in US adults. *Am J Clin Nutr*. 2006; 83(6):1362-8.
18. Devitt AA, Mattes RD. Effects of food unit size and energy density on intake in humans. *Appetite*. 2004; 42(2):213-20.
19. Drewnowski A, Bellisle F. Liquid calories, sugar, and body weight. *Am J Clin Nutr*. 2007; 85(3):651-61.
20. Zijlstra N, Mars M, de Wijk RA, Westerterp-Plantenga MS, De Graaf C. The effect of viscosity on *ad libitum* food intake. *Int J Obes (Lond)*. 2008; 32(4):676-83.
21. Fujise T, Yoshimatsu H, Kurokawa M, Oohara A, Kang M, Nakata M, *et al*. Satiety and masticatory function modulated by brain histamine in rats. *Proc Soc Exp Biol Med*. 1998; 217(2):228-34.
22. Sakata T, Yoshimatsu H, Masaki T, Tsuda K. Anti-obesity actions of mastication driven by histamine neurons in rats. *Exp Biol Med (Maywood)*. 2003; 228(10):1106-10.
23. Yeomans MR, Symes T. Individual differences in the use of pleasantness and palatability ratings. *Appetite*. 1999; 32(3):383-94.
24. Yeomans MR, Gray RW, Mitchell CJ, True S. Independent effects of palatability and within-meal pauses on intake and appetite ratings in human volunteers. *Appetite*. 1997; 29(1):61-76.
25. Sawaya AL, Fuss PJ, Dallal GE, Tsay R, McCrory MA, Young V, *et al*. Meal palatability, substrate oxidation and blood glucose in young and older men. *Physiol Behav*. 2001; 72(1-2):5-12.
26. LeBlanc J, Brondel L. Role of palatability on meal-induced thermogenesis in human subjects. *Am J Physiol*. 1985; 248(3 Pt 1):E333-6.
27. Crapo PA, Henry RR. Postprandial metabolic responses to the influence of food form. *Am J Clin Nutr*. 1988; 48(3):560-4.
28. Habas ME, MacDonald IA. Metabolic and cardiovascular responses to liquid and solid test meals. *Br J Nutr*. 1998; 79(3):241-7.
29. Mattes RD. Fluid energy-Where's the problem? *J Am Diet Assoc*. 2006; 106(12):1956-61.
30. Vincent R, Roberts A, Frier M, Perkins AC, MacDonald IA, Spiller RC. Effect of bran particle size on gastric emptying and small bowel transit in humans: a scintigraphic study. *Gut*. 1995; 37(2):216-9.
31. Bergmann JF, Chassany O, Petit A, Triki R, Caulin C, Segrestaa JM. Correlation between echographic gastric emptying and appetite: influence of psyllium. *Gut*. 1992; 33(8):1042-3.
32. Moran TH. Cholecystokinin and satiety: current perspectives. *Nutrition*. 2000; 16(10):858-65.
33. Young JB, MacDonald IA. Sympathoadrenal activity in human obesity: heterogeneity of findings since

1980. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1992; 16(12): 959-67.
34. Astrup A, Buemann B, Christensen NJ, Toubro S. Failure to increase lipid oxidation in response to increasing dietary fat content in formerly obese women. *Am J Physiol*. 1994; 266(4 Pt 1):E592-9.
35. Raben A, Astrup A. Leptin is influenced both by predisposition to obesity and diet composition. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2000; 24(4):450-9.
36. Cooling J, Barth J, Blundell J. The high-fat phenotype: is leptin involved in the adaptive response to a high fat (high energy) diet? *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1998; 22(11):1132-5.
37. Wang G, Lee HM, Englander E, Greeley Jr. GH. Ghrelin-not just another stomach hormone. *Regul Pept*. 2002; 105(2):75-81.
38. Tschop M, Smiley DL, Heiman ML. Ghrelin induces adiposity in rodents. *Nature*. 2000; 407(6806): 908-13.
39. Masuda Y, Tanaka T, Inomata N, Ohnuma N, Tanaka S, Itoh Z, *et al*. Ghrelin stimulates gastric acid secretion and motility in rats. *Biochem Biophys Res Commun*. 2000; 276(3):905-8.
40. Druce MR, Wren AM, Park AJ, Milton JE, Patterson M, Frost G, *et al*. Ghrelin increases food intake in obese as well as lean subjects. *Int J Obes (London)*. 2005; 29(9):1130-6.
41. Cummings DE, Purnell JQ, Frayo RS, Schmidova K, Wisse BE, Weigle DS. A preprandial rise in plasma ghrelin levels suggests a role in meal initiation in humans. *Diabetes*. 2001; 50(8):1714-9.
42. Tschop M, Weyer C, Tataranni PA, Devanarayan V, Ravussin E, Heiman ML. Circulating ghrelin levels are decreased in human obesity. *Diabetes*. 2001; 50(4):707-9.
43. Tiekens SM, Leidy HJ, Stull AJ, Mattes RD, Schuster RA, Campbell WW. Effects of solid *versus* liquid meal-replacement products of similar energy content on hunger, satiety, and appetite-regulating hormones in older adults. *Horm Metab Res*. 2007; 39(5):389-94.
44. Flood JE, Rolls BJ. Soup preloads in a variety of forms reduce meal energy intake. *Appetite*. 2007; 49(3):626-34.
45. De Graaf C, Hulshof T. Effects of weight and energy content of preloads on subsequent appetite and food intake. *Appetite*. 1996; 26(2):139-51.
46. Mattes RD, Rothacker D. Beverage viscosity is inversely related to postprandial hunger in humans. *Physiol Behav*. 200; 74(4-5):551-7.
47. Zijlstra N, Mars M, De Wijk RA, Westerterp-plantenga MS, De Graaf C. Liquid foods result in higher *ad libitum* food intake than semi-solid foods because of a higher eating rate. *Appetite*. 2008; 50(2-3):567.
48. Mourao DM, Bressan J, Campbell WW, Mattes RD. Effects of food form on appetite and energy intake in lean and obese young adults. *Int J Obes (London)*. 2007; 31(11):1688-95.
49. DiMaggio DP, Mattes RD. Liquid *versus* solid carbohydrate: effects on food intake and body weight. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2000; 24(6): 794-800.
50. Hulshof T, De Graaf C, Weststrate JA. The effects of preloads varying in physical state and fat content on satiety and energy intake. *Appetite*. 1993; 21(3): 273-86.
51. Havel PJ. Peripheral signals conveying metabolic information to the brain: short-term and long-term regulation of food intake and energy homeostasis. *Exp Biol Med*. 2001; 226(11):963-77.

Recebido em: 13/4/2007

Versão final reapresentada em: 31/12/2008

Aprovado em: 9/3/2009

Marcador *in vitro* da resposta glicêmica dos alimentos como ferramenta de auxílio à prescrição e avaliação de dietas

In vitro indicator of the glycemic response to foods as a tool for diet prescriptions and evaluation

Vanessa Dias CAPRILES¹

Andréa Carvalheiro GUERRA-MATIAS¹

José Alfredo Gomes ARÊAS¹

RESUMO

As dietas de baixo índice glicêmico e baixa carga glicêmica têm sido associadas à redução do risco de doenças crônicas. Por esse motivo há um interesse crescente na sua aplicação para avaliação e orientação nutricional. No entanto, existem limitações quanto ao uso de dados publicados de índice glicêmico e carga glicêmica, pela variedade e formas de processamento dos alimentos vegetais existentes. Devido à dificuldade de realização de ensaios *in vivo*, uma vez que são custosos, trabalhosos, invasivos e necessitam de período considerável de experimentação, foram desenvolvidas metodologias *in vitro* que, a partir da velocidade de digestão dos carboidratos, permitem estimar o índice glicêmico dos alimentos de forma prática, simples e econômica. O presente trabalho apresenta o uso de um marcador *in vitro*, o índice de hidrólise, na estimativa do índice glicêmico e da carga glicêmica, o método mais empregado por pesquisadores brasileiros, visando à sua aplicação por profissionais da área de Nutrição. Os cálculos e as interpretações para estimativa do Índice glicêmico e da carga glicêmica são apresentados por meio de um exemplo prático com alguns alimentos brasileiros e com o grão de amaranto submetido a diferentes processamentos. Na ausência de dados referentes à resposta glicêmica do alimento de interesse, os valores do marcador *in vitro* podem ser utilizados para estimar o índice glicêmico e a carga glicêmica dos alimentos. Porém, este marcador não deve ser utilizado indiscriminadamente, uma vez que leva em consideração apenas os fatores intrínsecos aos alimentos que influenciam o aproveitamento dos carboidratos disponíveis.

Termos de indexação: Amido. Hidrólise. Índice glicêmico.

ABSTRACT

Low glycemic index and low glycemic load diets have been associated with a reduced risk of certain chronic diseases. For this reason, there has been a growing interest in using these concepts' for nutritional assessment

¹ Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, Departamento de Nutrição. Av. Dr. Arnaldo, 715, 01246-904, São Paulo, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: J.A.G. ARÊAS. E-mail: <jagareas@usp.br>.

and diet prescription. However, the usage of published glycemic index and glycemic load data is limited, because of the variety of types and preparations of plant-source foods. Since *in vivo* trials are difficult because of their cost labor-intense and time-consuming procedures, *in vitro* methods have been developed. These methods are based on the speed of digestion of the different carbohydrates, which allows the glycemic index of foods to be estimated in a practical, simple and cheap manner. This paper presents the use of an *in vitro* indicator, the hydrolysis index, to estimate the glycemic index and glycemic load. This method is the most commonly used glycemic load and index estimation method in Brazil and this paper aims to promote its use among dieticians. The calculations and interpretations to estimate glycemic load and index are presented by means of a practical example using some Brazilian staple foods and the amaranth grain processed in different ways. In the absence of data on the glycemic response of a particular food, the hydrolysis index can be used to estimate its glycemic index and load. However, the *in vitro* predictor cannot be used indiscriminately in substitution to glycemic index, since it takes into account only the intrinsic factors of foods that affect the glycemic response.

Indexing terms: Starch. Hydrolysis. Glycemic index.

INTRODUÇÃO

A extensão e a duração do aumento da glicemia pós-prandial tem sido relacionada a doenças crônicas não transmissíveis^{1,2}. Por esse motivo, existe um interesse crescente na investigação da resposta glicêmica dos alimentos e da dieta, e na utilização destes conceitos por profissionais da área de Nutrição.

A resposta glicêmica é dependente da velocidade de digestão e absorção dos carboidratos presentes nos alimentos, processos que envolvem fatores intrínsecos e extrínsecos, tais como: quantidade de carboidrato presente no alimento, natureza do amido (teores de amilose e amilopectina e de amido resistente), natureza dos monossacarídeos, grau de cozimento e de processamento do alimento, interação amido-nutriente, teor de lipídeos, proteínas e fibra alimentar, além dos efeitos fisiológicos e bioquímicos da mastigação, do esvaziamento gástrico e da absorção^{1,3,4}. Para avaliar a resposta glicêmica produzida pelos alimentos foram sugeridos o Índice Glicêmico (IG) e a Carga Glicêmica (CG).

Devido à dificuldade de realização de ensaios *in vivo*, uma vez que são custosos, trabalhosos, invasivos e necessitam de período considerável de experimentação, foram desenvolvidas metodologias *in vitro* que, a partir da velocidade de digestão dos carboidratos, permitem estimar o índice glicêmico dos alimentos de forma prática, simples e econômica. O presente trabalho tem como obje-

tivo apresentar o uso de um marcador *in vitro*, o índice de hidrólise, na estimativa do índice glicêmico e da carga glicêmica, o método mais empregado por pesquisadores brasileiros, visando à sua aplicação por profissionais da área de Nutrição.

Índice glicêmico e carga glicêmica

O índice glicêmico foi definido como o aumento da área sob a curva da resposta glicêmica produzida por um determinado alimento, em relação à mesma quantidade de carboidrato disponível de um produto padrão (pão branco ou glicose). Desse modo é possível classificar os alimentos em função do seu potencial em elevar a glicemia, em relação a um alimento controle³.

A determinação do IG de um alimento é baseada na curva de resposta glicêmica média de uma amostra de, no mínimo, seis indivíduos saudáveis, com o intuito de minimizar a influência da variabilidade individual. As medições de glicose no sangue são realizadas após jejum (10 a 12 horas) e consumo de 50g de carboidrato disponível do alimento a ser testado ou do produto padrão, utilizando-se sempre o mesmo acompanhamento líquido. Em estudos com indivíduos saudáveis a resposta glicêmica é avaliada durante 120 minutos, sendo a glicemia mensurada a cada 15 minutos. Entende-se por carboidrato disponível aquele com potencial para fornecer energia ao organismo (carboidratos totais menos a fração fibra)^{1,3,4}.

O cálculo da área sob a curva glicêmica é realizado aplicando-se a regra trapezoidal, a qual considera apenas a área de incremento glicêmico acima do valor de glicose de jejum¹. O cálculo do índice glicêmico é apresentado na Equação 1.

$$IG = \frac{(\text{área sob a curva do alimento teste})}{(\text{área sob a curva do produto padrão})} \times 100$$

Ao considerar a glicose como produto padrão, o IG pode ser classificado em baixo (≤ 55), moderado (56-69) ou alto (≥ 70)⁵. Os alimentos de baixo índice glicêmico promovem lento aumento da glicemia pós-prandial sendo fontes de energia gradual ao organismo, enquanto os alimentos de alto IG promovem rápido aumento da glicemia sendo fonte imediata de energia^{1,5}.

No início das pesquisas a glicose foi estabelecida como padrão, e, posteriormente o pão branco também foi adotado, uma vez que, por ser um alimento, promove uma resposta glicêmica mais fisiológica que a solução de glicose. Para algumas pessoas 50g de glicose produzem desconfortos, tais como náuseas e retardo do esvaziamento gástrico devido à alta osmolaridade, o que pode interferir nos resultados⁴. Com o intuito de comparar resultados obtidos com diferentes produtos padrão o índice glicêmico obtido por pão branco pode ser multiplicado por 0,7, obtendo-se uma estimativa do IG obtido por glicose⁶.

O índice glicêmico é criticado sob a justificativa de que apresenta pouca utilidade clínica, pois se trata de um parâmetro que avalia cada alimento individualmente. De acordo com esta visão, a diferença de resposta glicêmica promovida pelos alimentos é perdida quando estes são consumidos juntos. Nesse contexto, pesquisadores da *Harvard School of Public Health* propuseram outra ferramenta para categorizar o IG, de maior utilidade clínica: a carga glicêmica⁷.

A carga glicêmica é o resultado da multiplicação da quantidade de carboidratos disponíveis presentes na porção consumida do alimento pelo seu índice glicêmico⁷, como mostra a Equação 2.

$$CG = \frac{(\text{quantidade de carboidrato disponível na porção})}{100} \times IG$$

Ao considerar a glicose como produto padrão para a determinação do IG, a CG dos alimentos pode ser classificada em baixa (≤ 10), moderada (11-19) ou alta (≥ 20)⁸. A partir da soma da CG individual dos alimentos, obtém-se a CG total da dieta.

Índice glicêmico, carga glicêmica e doenças crônicas

Estudos epidemiológicos apontam as dietas de alto índice glicêmico ou carga glicêmica como um fator de risco para doenças crônicas não transmissíveis, como o diabetes tipo 2^{7,9,10}, as doenças cardiovasculares¹⁰⁻¹² e alguns cânceres¹³⁻¹⁶.

Alimentos com alto IG promovem hiperglicemia e hiperinsulinemia. Uma maior demanda crônica de insulina pode resultar em exaustão das células β pancreáticas, e conseqüentemente, em resistência à insulina. Há evidências de que as dietas de alto IG podem aumentar a resistência à insulina, por seu efeito na glicemia, na concentração de ácidos graxos livres e na secreção de hormônios contra-regulatórios. Elevadas concentrações de glicose e insulina estão relacionadas à redução dos níveis de HDL-colesterol sérico (lipoproteínas de alta densidade), aumentam os níveis de proteínas glicosiladas e prejudicam a função endotelial, aumentando o risco de doenças cardiovasculares. A hiperinsulinemia parece estar envolvida na etiologia de vários cânceres, por aumentar a atividade de fatores de crescimento que estimulam a proliferação celular e inibem a apoptose^{2,17,18}.

Alimentos com baixo índice glicêmico apresentam substratos de lenta digestão e não digeríveis, promovendo lenta e gradual resposta glicêmica. Assim, além de oferecerem substratos para a fermentação pela flora colônica, também promovem sensação de saciedade e plenitude gástrica; podendo contribuir para o controle de peso^{1,19}. Dados de estudos epidemiológicos e clínicos indicam que a substituição de carboidratos com alto IG por baixo IG promove a evolução benéfica de diversos parâmetros metabólicos, visto que a liberação lenta de glicose no sangue favo-

rece a melhora do controle glicêmico por pacientes diabéticos, a diminuição dos níveis plasmáticos de triacilgliceróis e o aumento da sensação de saciedade^{2,5,17}.

Cinética de digestão do amido *in vitro* e resposta glicêmica

Devido à dificuldade da realização de ensaios de digestibilidade *in vivo*, uma vez que são de alto custo, trabalhosos, invasivos e necessitam de considerável período de experimentação, como alternativa para estimar a resposta glicêmica dos alimentos foram propostas metodologias *in vitro*. Neste trabalho discutem-se a avaliação da cinética de digestão do amido *in vitro* e o cálculo do índice de hidrólise propostos por Goñi *et al.*²⁰, uma vez que é a metodologia mais empregada em pesquisas no Brasil.

O método baseia-se em hidrólise enzimática controlada, seguida da mensuração da glicose liberada ao longo do tempo (30, 60, 90, 120 e 180 minutos), sendo a taxa de digestão do amido expressa como a porcentagem do amido total hidrolisado ao longo do período. O índice de hidrólise representa a razão da área sob a curva de hidrólise de um alimento teste sob a área de um alimento controle (pão branco), conforme a Equação 3.

$$IH = \frac{(\text{área sob a curva de hidrólise do alimento teste})}{(\text{área sob a curva de hidrólise do alimento controle})} \times 100$$

Goñi *et al.*²⁰ tiveram como objetivo o desenvolvimento de uma metodologia *in vitro* fortemente correlacionada à resposta glicêmica *in vivo*. Para tanto avaliaram a digestibilidade *in vitro* e o índice glicêmico de diferentes produtos adquiridos no varejo. Os valores de IG obtidos apresentaram boa correlação com os expressos na primeira publicação da Tabela Internacional de IG. Os pesquisadores destacaram que a cinética de digestão do amido é característica para cada produto, pois há variação de susceptibilidade à α -amilase entre os alimentos²⁰. Os resultados do estudo *in vitro* concordaram com os do estudo *in vivo*, mostrando a baixa digestibilidade do amido das leguminosas e a alta digestibilidade do amido dos cereais (Tabela 1).

Com base na correlação entre índice de hidrólise e índice glicêmico [IG=39,71 + 0549 (IH); r=0,89; p<0,05], os autores sugeriram que este método de hidrólise do amido *in vitro* pode estimar os valores de IG.

Utilização do índice de hidrólise para estimar a resposta glicêmica

Em diversos trabalhos o IH foi utilizado para estimar o IG de alimentos submetidos a diferentes formas de processamento, como leguminosas

Tabela 1. Índice de Hidrólise (IH*) e Índice Glicêmico (IG*) obtidos por Goñi *et al.*²⁰ e Índice Glicêmico (IG) compilado da Tabela Internacional de Índice Glicêmico.

Alimentos	IH*		IG*		IG	
	M	DP	M	DP	M	DP
Pão branco	100		100		100	
Espaguete	82	2	68	17	78	7
Arroz	77	1	88	16	81	3
Biscoitos	37	1	87	12	79	9
Batata cozida	112	18	nd		101	2
Batata frita	51	12	81	7	74	4
Lentilha	22	6	38	7	42	6
Grão de bico	27	5	nd		47	9
Feijão	34	8	nd		60	6
Ervilha	76	7	nd		74	3

Fonte: Adaptado de Goñi *et al.*²⁰

Resultados expressos em média (M) e desvio-padrão (DP); nd: não determinado.

indianas²¹, feijão mucuna²², feijão macassar verde e maduro, *in natura* e cozidos²³ e grãos de arroz, que diferiam quanto ao cultivar²⁴, quanto ao teor de amilose²⁵, quanto ao teor de fibra²⁶ e novos ingredientes, como o amido do caroço da manga²⁷.

As Tabelas 2 e 3 apresentam resultados de estudos realizados com alimentos brasileiros. Os valores de índice de hidrólise foram utilizados na estimativa do índice glicêmico, de acordo com a equação estabelecida por Goñi *et al.*²⁰. Os valores estimados para o IG, com pão branco como controle, foram multiplicados por 0,7 para a conversão em IG com glicose como controle. A carga glicêmica foi calculada a partir dos valores de IG e dos Carboidratos Disponíveis (CD) de cada alimento.

A Tabela 2 apresenta o efeito de um dos fatores intrínsecos aos alimentos, a forma de processamento, na digestibilidade do amido. O grão de amaranto brasileiro foi submetido aos processos de cocção, de explosão e de extrusão. Observa-se que este grão, tanto cru como processado, é um alimento de alta disponibilidade do amido, com valores de IH e IG estimados semelhantes ao do pão branco. Dados de estudos *in vivo* confirmam este resultado para o amaranto extrusado²⁸ e estourado⁶.

Entre os tratamentos, destaca-se a menor carga glicêmica do grão cozido, pelo fato de este processado apresentar maior teor de umidade (75%) em relação ao amaranto cru (9%), estoura-

Tabela 2. Valores de índice de hidrólise e de índice glicêmico e carga glicêmica estimados para o grão de amaranto cru e processado.

Alimentos	IH		IG ¹		IG ²		CD (100g)		CG (100g)		CG (30g)	
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
Pão branco	100 ^{ab}		94,61 ^{ab}	0,00	66,23 ^{ab}	0,00	59,47 ^a	0,39	39,38 ^a	0,26	11,81 ^a	0,08
Grão cru	86,49 ^b	2,05	87,19 ^b	1,12	61,03 ^b	0,79	50,94 ^b	0,23	31,09	0,26	9,32 ^c	0,08
Grão estourado	112,11 ^a	3,55	101,26 ^a	1,95	70,88 ^a	1,36	59,35 ^a	3,59	42,04 ^a	1,73	12,61 ^a	0,52
Grão cozido	95,90 ^b	7,92	92,36 ^b	4,35	64,65 ^b	3,04	15,90 ^c	0,50	10,27 ^d	0,16	3,08 ^d	0,05
Grão extrusado	93,77 ^b	1,02	91,19 ^b	0,56	63,83 ^b	0,40	56,23 ^{ab}	0,48	35,89 ^b	0,08	10,77 ^b	0,03

M: média; DP: desvio-padrão de três determinações; IH: índice de hidrólise; IG: índice glicêmico; CD: carboidratos disponíveis; CG: carga glicêmica.

Mesmas letras na coluna indicam não haver diferença significativa ($p < 0,05$ pelo teste de Tukey).

Valores obtidos pelas equações: $IG^1 = 39,71 + 0,549(IH)$; $IG^2 = IG^1 \times 0,7$; $CG = IG^2 \times CD$.

Tabela 3. Comparação dos valores de índice glicêmico e carga glicêmica estimados para alguns alimentos brasileiros com os dados compilados da Tabela Internacional de Índice Glicêmico e Carga Glicêmica⁶.

Alimentos	IH	Valores estimados				Tabela internacional de IG e CG ⁶				
		IG ¹	IG ²	CD	CG	IG (pão)	IG (glicose)	CD	CG	porção (g)
Pão branco	100	94,6	66,2	14,7	9,8	101	70	14	10	30
Arroz integral	73	79,8	55,8	25,1	14,0	79	55	33	18	150
Arroz polido	82	84,7	59,3	37,8	22,4	80	56	41	23	150
Milho verde	79	83,1	58,2	23,4	13,6	78	53	32	17	150
Polenta	106	97,9	68,5	15,4	10,5	-	-	-	-	150
Espaguete	90	89,1	62,4	46,2	28,8	87	61	44	27	180
Batata	103	96,3	67,4	15,2	10,2	-	-	-	-	150
Ervilha	63	74,3	52,0	9,6	4,9	68	48	7	3	80
Feijão carioca	64	74,8	52,4	9,1	4,8	-	-	-	-	150
Lentilha	65	75,4	52,8	15,3	8,1	74	52	17	9	150
Grão de bico	65	75,4	52,8	19,9	10,5	60	42	22	9	150

Fonte: Adaptado de Rosin *et al.*²⁹

Valores obtidos pelas equações: $IG^1 = 39,71 + 0,549(IH)$; $IG^2 = IG^1 \times 0,7$; $CG = IG^2 \times CD$

IH: índice de hidrólise; IG: índice glicêmico; CD: carboidratos disponíveis; CG: carga glicêmica.

do (1%) e extrusado (8%). Os processos de explosão e de extrusão ocasionam redução do teor de umidade do grão e gelatinização do amido, e por isso aumentam a CG em relação ao grão cru. De forma geral, observa-se que qualidade do amido do amaranto (IG) é alterada apenas pelo processo de explosão. Dessa forma o amaranto estourado ocasiona uma maior resposta glicêmica que o grão cru, cozido ou extrusado. A CG difere entre as amostras, devido às distintas quantidades de carboidratos disponíveis na porção.

Na nova versão da Tabela Internacional de índice glicêmico e carga glicêmica⁶ são descritos os seguintes valores, média de seis estudos, para o pão branco IG¹=101, IG²=70, para uma porção de 30g, CD=14 e CG=10; valores comparáveis aos dados estimados na Tabela 2.

A Tabela 3 apresenta dados de índice de hidrólise de alimentos brasileiros, determinados por Rosin *et al.*²⁹. A partir destes dados foram estimados os valores de IG e CG; e os valores foram comparados aos dados da Tabela Internacional de IG e CG⁶. Para isso os valores de carboidratos disponíveis e carga glicêmica foram calculados para a mesma porção presente na referência consultada. Os valores compilados da Tabela Internacional de IG e CG⁶ referem-se à média de alguns estudos para cada alimento; sendo 6 para o pão branco, 3 para o arroz integral, 10 para o arroz branco, 6 para o milho, 2 para o espaguete e 3 para a ervilha. Para a lentilha e o grão de bico foi encontrado apenas um estudo com a forma de processamento mais próxima da utilizada por Rosin *et al.*²⁹. Não foram encontrados dados passíveis de comparação para a polenta, a batata e o feijão carioca, em função da forma de processamento.

De modo geral, os valores de IG e CG estimados para os cereais são mais próximos dos dados da Tabela Internacional⁶, que os valores estimados para as leguminosas. As diferenças entre os valores estimados e os observados se devem a múltiplos fatores, tais como a variedade dos alimentos e as condições de cultivo e preparo; bem como a diferenças de métodos utilizados para

a determinação de carboidratos disponíveis e de índice glicêmico dentre os diferentes grupos de pesquisa mundiais, cujos dados foram compilados para a organização da Tabela Internacional⁶. Ainda não existem dados de índice glicêmico e carga glicêmica de alimentos brasileiros para realizar tal comparação.

Utilização dos marcadores da resposta glicêmica para avaliação e planejamento dietético

O uso dos valores de índice glicêmico e carga glicêmica para avaliação e planejamento de dietas apresenta uma série de limitações, dentre as quais a falta de dados referentes a alimentos brasileiros, e a escassez de dados publicados de IG e CG dos alimentos. Além do mais, diferentes métodos para a determinação do teor de carboidratos disponíveis e do IG são utilizados, podendo ser uma importante fonte de variação de resultados^{6,30}.

Os dados da Tabela Internacional de IG e CG⁶ podem ser utilizados para a avaliação e prescrição de dietas. No entanto, devido ao limitado número de dados, muitas vezes é difícil encontrar nesta Tabela resultados que possam ser relacionados ao alimento de interesse, por conta das diferentes variedades e condições de processamento. Como é o caso, por exemplo, do arroz e do feijão.

O ideal é utilizar dados de alimentos para os quais o índice glicêmico foi testado *in vivo*, mas como isso nem sempre é possível, pode-se considerar o IG por similaridade, tal como para alimentos de solo e cultivares diferentes. O IG ponderado foi sugerido para a estimativa da resposta glicêmica de uma preparação, refeição ou dieta. Para isso, multiplica-se o IG do ingrediente ou alimento pela proporção de carboidrato disponível que este representa na preparação, refeição ou dieta, e com a soma dos valores, é obtido o IG ponderado¹. Juntamente com os dados da Tabela Internacional⁶, o cálculo do IG ponderado foi utilizado para a construção de parte

do banco de dados do programa para cálculo de dietas *Nutrition Data System for Research* (NDSR), da Universidade de Minnesota, EUA³¹, e também para construção de outros bancos de dados elaborados para avaliação do consumo alimentar utilizando um questionário de história alimentar³² e recordatório de 24 horas³³.

Salienta-se que o IG não considera a quantidade de alimento consumido, um importante determinante da resposta glicêmica. Por exemplo, a melancia apresenta um elevado IG=72; no entanto, esta apresenta apenas 6g de carboidratos disponíveis em uma porção de 120g e, dessa forma, promove um baixo impacto na resposta glicêmica (CG=4)⁶. Para o cálculo da CG pesquisadores e profissionais devem utilizar a porção apropriada do alimento de interesse e dados de carboidratos disponíveis indicados na Tabela Internacional⁶, ou no artigo consultado ou em tabelas nacionais que forneçam os dados do teor de carboidrato e fibras³².

Observa-se na Tabela Internacional de índice glicêmico e carga glicêmica⁶ que, em geral, alimentos tradicionais como grãos integrais e legumes minimamente processados ocasionam menores respostas glicêmicas. Isto porque estes apresentam maiores quantidades de carboidratos lentamente digeríveis e não digeríveis, uma vez que o amido e os açúcares estão protegidos pelas estruturas botânicas, como a parede celular e outras barreiras que diminuem a velocidade de gelatinização, e de digestão e absorção destes carboidratos. Ao contrário, alimentos com alto grau de processamento, que foram submetidos à moagem, a elevadas pressões e temperaturas, apresentam destruição dessas barreiras e alto grau de gelatinização do amido e, conseqüentemente, uma maior resposta glicêmica. Dessa forma, o elevado consumo de alimentos processados irá resultar em uma dieta de elevado IG e CG.

Os marcadores *in vitro* da resposta glicêmica representam alternativas para a seleção dos alimentos com base em seu possível efeito *in vivo*. Uma vez que são fortemente relacionados com a resposta glicêmica, podem ser utilizados para

estimar o IG. Assim, se não houver dados referentes à resposta glicêmica do alimento de interesse, os valores de índice de hidrólise podem ser utilizados para estimar o índice glicêmico e a carga glicêmica a partir das equações e dos exemplos apresentados neste trabalho (Tabelas 2 e 3).

Os marcadores *in vitro* apresentam as vantagens de serem menos custosos e demorados e não serem invasivos e, por isso, permitem a obtenção mais rápida de informações a respeito da digestibilidade dos alimentos. Todavia, deve ser considerado o número limitado de alimentos estudados para os quais já foram observadas correlações entre o IH e o IG. Os alimentos analisados até o momento são cereais, tubérculos e leguminosas, e, desse modo, a estimativa do IG por este marcador não deve ser utilizada indiscriminadamente, pois ainda não se conhece a validade dessas associações para outros grupos alimentares, tais como as frutas. Mais estudos são necessários para validação dos métodos *in vitro*, especialmente para alimentos brasileiros, o que poderá viabilizar sua futura utilização em estudos epidemiológicos e na rotulagem de alimentos.

Os marcadores *in vitro* medem apenas propriedades ligadas aos fatores intrínsecos dos alimentos que afetam o IG. Ressalta-se que somente os ensaios *in vivo* para a determinação do IG podem refletir a parte metabólica das respostas do organismo humano.

Com as limitações e os cuidados discutidos neste trabalho a avaliação da digestibilidade dos carboidratos *in vitro* pode ser uma ferramenta para investigação científica. O nutricionista pode utilizar os valores de IH para estimar o IG e a CG dos alimentos para o planejamento dietético, e, desse modo, se utilizar das bases do conhecimento da diferente ação metabólica dos carboidratos, superando a tradicional informação da quantidade de carboidratos e fibras presentes nos alimentos, disponível atualmente em tabelas nacionais de composição de alimentos.

A dieta de baixo IG e CG vem sendo apontada como uma possível ferramenta para

prevenção e controle de doenças metabólicas. Cabe salientar que o IG deve ser utilizado como mais um critério, aliado a outros parâmetros nutricionais, de acordo com o objetivo dietoté-rápico. A escolha de alimentos com base apenas nos valores de IG e CG pode resultar em uma dieta desbalanceada com elevados teores de lipídeos, uma vez que estes retardam o esva-ziamento gástrico, tornando mais lento o processo absorptivo, ocasionando uma menor resposta glicêmica. Por isso, o IG e a CG (determinados ou estimados) podem ser utilizados para a substituição de alimentos ricos em carboidratos, com perfis nutricionais parecidos, que apresentem alto IG ou CG, por alimentos de baixo IG ou CG, de forma que a dieta de baixo IG ou CG seja rica em fibras e nutrientes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dieta de baixo índice glicêmico e carga glicêmica tem sido associada à redução do risco de doenças crônicas. Por esse motivo existe um interesse crescente na aplicação destes conceitos para avaliação e prescrição de dietas. No entanto, existem limitações quanto ao uso de dados publicados de IG e CG, pela variedade e pelas formas de processamento dos alimentos vegetais existentes. Assim, na ausência de dados referentes à resposta glicêmica do alimento de interesse, os valores do marcador *in vitro* IH podem ser utilizados para estimar o IG e a CG.

Devido à praticidade na obtenção de dados a partir dos ensaios *in vitro*, e à boa correlação do IH com a resposta glicêmica *in vivo*, acredita-se que rapidamente o número de trabalhos divulgando valores de IG estimados aumente. Dessa forma, os profissionais e estudantes das áreas de Alimentos e Nutrição devem estar preparados para selecionar, interpretar e utilizar estes dados. Com isso será possível um melhor conhecimento, mesmo que estimado, dos efeitos dos carboidratos dos alimentos para a saúde humana, fornecendo subsídios adicionais para uma prescrição dietética de melhor qualidade e mais segura, sobretudo para pacientes que necessitam controlar a glicemia em seu tratamento.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (03/10246-5) pela concessão de auxílio financeiro 03/102465) e pelas bolsas de estudos (04/14127-3 e 03/13793-7).

COLABORADORES

V.D. CAPRILES realizou a parte experimental do trabalho, envolvendo análises de digestibilidade do amido *in vitro* do grão de amaranto cru e processado bem como participou da discussão, revisão e redação do trabalho final. A.C. GUERRA-MATIAS e J.A.G. ARÊAS supervisionaram todas as fases do trabalho.

REFERÊNCIAS

1. World Health Organization. Carbohydrates in human nutrition. Report of a Toim FAO/WHO expert consultation, 66. Rome: WHO; 1998.
2. Livesey G, Taylor R, Hulshof T, Howlett J. Glycemic response and health-a systematic review and meta-analysis: relations between dietary glycemic properties and health outcomes. *Am J Clin Nutr.* 2008; 87(1):s258-s68.
3. Jenkins DJA, Wolever TMS, Taylor R, Baker HM, Fielder H, Baldwin JM, *et al.* Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr.* 1981; 34(3):362-6.
4. Wolever TMS, Jenkins DJA, Jenkins AL, Josse RG. The glycemic index: methodological and clinical implications. *Am J Clin Nutr.* 1991; 54:846-54.
5. Brand-Miller J, Foster-Powell K. Diets with a low glycemic index: from theory to practice. *Nutr Today.* 1999; 34(2):64-72.
6. Foster-Powell K, Holt SHA, Brand-Miller JC. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *Am J Clin Nutr.* 2002; 76(1): 5-56.
7. Salmeron J, Manson J, Stampfer M, Colditz G, Wing A, Willett W. Dietary fiber, glycemic load, and risk of non-insulin-dependent *diabetes mellitus* in women. *JAMA.* 1997; 277(6):472-7.
8. Harvard School of Public Health. The Nutrition source. Carbohydrates and glycemic load. [cited 2008 May 8]. Available from: <<http://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/what-should-you-eat/carbohydrates-and-the-glycemic-load/>>.
9. Schulze MB, Liu S, Rimm EB, Manson JE, Willett WC, Hu FB. Glycemic index, glycemic load, and dietary fiber intake and incidence of type 2 diabetes

- in younger and middle-aged women. *Am J Clin Nutr.* 2004; 80(2):348-56.
10. Barclay AW, Petocz P, McMillan-Price J, Flood VM, Prvan T, Mitchell P, *et al.* Glycemic index, glycemic load, and chronic disease risk-a metaanalysis of observational studies. *Am J Clin Nutr.* 2008; 87(3): 627-37.
 11. Liu S, Willett WC, Stampfer MJ, Hu FB, Franz M, Sampson L, *et al.* A prospective study of dietary glycemic load, carbohydrate intake, and risk of coronary heart disease in US women. *Am J Clin Nutr.* 2000; 71(6):1455-61.
 12. Oh K, Hu FB, Cho E, Rexrode KM, Stampfer MJ, Manson JE, *et al.* Carbohydrate intake, glycemic index, glycemic load, and dietary fiber in relation to risk of stroke in women. *Am J Epidemiol.* 2005; 161(2):161-9.
 13. Silvera SA, Jain M, Howe GR, Miller AB, Rohan TE. Dietary carbohydrates and breast cancer risk: a prospective study of the roles of overall glycemic index and glycemic load. *Int J Cancer.* 2005; 114(4):653-8.
 14. Michaud DS, Fuchs CS, Liu S, Willett WC, Colditz GA, Giovannucci E. Dietary glycemic load, carbohydrate, sugar, and colorectal cancer risk in men and women. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2005; 14(1):138-47.
 15. Larsson SC, Friberg E, Wolk A. Carbohydrate intake, glycemic index and glycemic load in relation to risk of endometrial cancer: a prospective study of Swedish women. *Int J Cancer.* 2007; 120(5): 1103-7.
 16. Silvera SA, Jain M, Howe GR, Miller AB, Rohan TE. Glycaemic index, glycaemic load and ovarian cancer risk: a prospective cohort study. *Public Health Nutr.* 2007; 10(10):1076-81.
 17. Brand-Miller JC. Glycemic load and chronic disease. *Nutr Rev.* 2003; 61(Suppl): s49-s55.
 18. Brand-Miller JC, Liu V, Petocz P, Baxter RC. The glycemic index of foods influences postprandial insulin-like growth factor-binding protein responses in lean young subjects. *Am J Clin Nutr.* 2005; 82(2):350-4.
 19. Ball SD, Keller KR, Moyer-Mileur LJ, Ding YW, Donaldson D, Jackson WD. Prolongation of satiety after low versus moderately high glycemic index meals in obese adolescents. *Pediatrics.* 2003; 111(3):488-94.
 20. Goñi I, Garcia Alonso A, Saura-Calixto F. A starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index. *Nutr Res.* 1997; 17(3):427-37.
 21. Bravo L, Siddhuraju P, Saura-Calixto F. Effect of various processing methods on the *in vitro* starch digestibility and resistant starch content of Indian pulses. *J Agric Food Chem.* 1998; 46(11):4667-74.
 22. Siddhuraju P, Becker K. Nutritional and antinutritional composition, *in vitro* amino acid availability, starch digestibility and predicted glycemic index of differentially processed mucuna beans (*Mucuna pruriens* var, *utilis*): an under-utilised legume. *Food Chem.* 2005; 91(2):275-86.
 23. Salgado SM, Livera AVS, Guerra NB, Scüller ARP, Araújo ALL. Resposta fisiológica *in vitro* do amido do feijão macassar (*Vigna unguiculata* L, Walp). *Braz J Food Technol.* 2006; 9(4):297-303.
 24. Frei M, Siddhuraju P, Becker K. Studies on the *in vitro* starch digestibility and the glycemic index of six different indigenous rice cultivars from the Philippines. *Food Chem.* 2003; 83(3):395-402.
 25. Hu P, Zhao H, Duan Z, Linlin Z, Wu D. Starch digestibility and the estimated glycemic score of different types of rice differing in amylose contents. *J Cereal Sci.* 2004; 40(3):231-7.
 26. Jaisut D, Prachayawarakorn S, Varayanond W, Tungtrakul P, Soponronnarit S. Effects of drying temperature and tempering time on starch digestibility of brown fragrant rice. *J Food Eng.* 2008; 86(2):251-8.
 27. Sandhu KS, Lim ST. Structural characteristics and *in vitro* digestibility of mango kernel starches (*Mangifera indica* L.). *Food Chem.* 2008; 107(1):92-7.
 28. Guerra-Matias AC, Arêas JAG. Glycemic and insulinemic responses in women consuming extruded amaranth (*Amaranthus cruentus* L). *Nutr Res.* 2005; 25(9):815-22.
 29. Rosin PM, Lajolo FM, Menezes EW. Measurement and characterization of dietary starches. *J Food Comp Anal.* 2002; 15(5):367-77.
 30. Wolever TMS, Brand-Miller JC, Abernethy J, Astrup A, Atkinson F, Axelsen M, *et al.* Measuring the glycemic index of foods: interlaboratory study. *Am J Clin Nutr.* 2008; 87(Suppl):s247-s57.
 31. Schakel S, Schauer R, Himes J, Harnack L, Heel NV. Development of a glycemic index database for dietary assessment. *J Food Comp Anal.* 2008; 21(Suppl 1):s50-s5.
 32. Flood A, Subar AF, Hull SG, Zimmerman TP, Jenkins DJA, Schatzkin A. Methodology for adding glycemic load values to the National Cancer Institute diet history questionnaire database. *J Am Diet Assoc.* 2006; 106(3):393-402.
 33. Olendzki BC, Ma Y, Culver AL, Ockene IS, Griffith JA, Hafner AR, *et al.* Methodology for adding glycemic index and glycemic load values to 24-hour dietary recall database. *Nutrition.* 2006; 22 (11/12):1087-95.

Recebido em: 6/8/2007

Versão final reapresentada em: 20/5/2008

Aprovado em: 16/7/2008

Pode a atividade física materna modular a programação fetal induzida pela nutrição?

Can maternal physical activity modulate the nutrition-induced fetal programming?

Carol Góis LEANDRO¹
Marco Fidalgo AMORIM²
Sandro Massao HIRABARA³
Rui CURI⁴
Raul MANHÃES DE CASTRO²

RESUMO

Existe considerável evidência para a indução de diferentes fenótipos em resposta às variações no ambiente fetal e neonatal. O aporte inadequado de nutrientes no período crítico do desenvolvimento está associado ao risco alto de doenças metabólicas na vida adulta, este fenômeno biológico é chamado de programação. A atividade física durante a gestação resulta em adaptações fisiológicas da mãe e no aumento da disponibilidade de nutrientes e oxigênio no espaço feto-placentário. Este trabalho tem como objetivo discutir os mecanismos da indução de programação fetal pela nutrição e o provável efeito modulador da atividade física durante a gestação. Foram utilizadas as bases de dados do *Medline Pubmed*, *Lilacs* e *Bireme*, com publicações entre 1990 até 2008. Os termos de indexação utilizados foram: *nutrition, fetal programming, gestation, physical activity, physical exercise, metabolism*. Em conclusão, o aporte inadequado de nutrientes programa o aparecimento de doenças metabólicas na vida adulta, enquanto que a atividade física durante a gestação aumenta a disponibilidade de nutrientes e oxigênio, repercutindo positivamente no crescimento fetal e no peso ao nascer.

Termos de indexação: Atividade motora. Desenvolvimento fetal. Fenótipo. Gestação.

ABSTRACT

There is considerable evidence for the induction of different phenotypes by variations in fetal and neonatal environment. Undernutrition during this critical development period is associated with risk of metabolic

¹ Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória de Santo Antão, Núcleo de Nutrição. R. Prof. Moraes Rego, 1235, Cidade Universitária, 50670-901, Recife, PE, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: C.G. LEANDRO: E-mail: <carolleandro22@yahoo.com.br>.

² Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Nutrição. Recife, PE, Brasil.

³ Universidade Cruzeiro do Sul, Instituto de Ciências da Atividade Física e do Esporte, Departamento de Educação Física. São Paulo, SP, Brasil.

⁴ Universidade de São Paulo, Instituto de Ciências Biomédicas. São Paulo, SP, Brasil.

disease in adult life; this biological phenomenon is termed programming. Physical activity during gestation results in maternal physiological adaptations and increased oxygen and nutrients in the fetoplacental compartment. The main goal of this work is to discuss the mechanisms of fetal programming induced by nutrition and the probable modulating effect of physical activity during gestation. Papers published between 1990 and 2008 listed in the Medline Pubmed, Lilacs and Bireme databases were used. The search keywords were: nutrition, fetal programming, gestation, physical activity, physical exercise, and metabolism. In conclusion, undernutrition can program the onset of metabolic diseases in adult life, while physical activity during gestation increases the availability of nutrients and oxygen for the fetus, thereby positively impacting fetal growth and birth weight.

Indexing terms: Motor activity. Fetal development. Phenotype. Pregnancy.

INTRODUÇÃO

Uma alimentação balanceada é essencial nas etapas de crescimento e desenvolvimento do organismo. A falta ou a deficiência de nutrientes em períodos críticos do desenvolvimento dos sistemas fisiológicos, durante a gestação e a lactação, tem repercussões a curto e longo prazo. A desnutrição no período fetal e na infância predispõe o indivíduo adulto a doenças cardiovasculares e diabetes tipo II, ou aos fatores de risco associados, como a hipertensão, a intolerância à glicose e a hiperlipidemia¹. O organismo se adapta a um ambiente intra-uterino adverso, otimizando a utilização de nutrientes para assegurar sua sobrevivência. Se há aumento na disponibilidade de nutrientes após esse período crítico, o organismo pode apresentar alterações metabólicas associadas à obesidade e ao diabetes tipo II¹.

O mecanismo envolvido ainda está pouco esclarecido, mas pode estar associado a uma programação, na qual um estímulo ambiental aplicado durante o período crítico de desenvolvimento, tem efeito subsequente sobre estruturas e funções de sistemas orgânicos². Outro mecanismo proposto é que um ambiente nutricional pode estimular uma seleção clonal adaptativa ou a proliferação e a diferenciação celulares, de forma que a quantidade e a proporção de células em um tecido sejam permanentemente afetadas. A epigenética estuda a interação entre o ambiente (fenótipo) e a expressão de genes (genótipo)³.

A identificação da regulação epigenética de expressão de genes como potencial meca-

nismo da indução de diferentes fenótipos pela nutrição materna durante o período crítico do desenvolvimento suscita o questionamento sobre a atuação de outros estímulos ambientais. Nesse sentido, é importante questionar acerca do estilo de vida materno, que inclui o engajamento em programas de atividade física. Os estudos citados neste texto indicam que a atividade física materna e o aporte energético induzem adaptações fisiológicas na gestação e atuam como reguladores crônicos e agudos da disponibilidade de oxigênio e substrato para o binômio mãe-filho. Parece que o principal fator que inicia a seqüência reguladora do crescimento é a disponibilidade de substrato e oxigênio vindos da mãe.

Diante da importância do estilo de vida materno para o desenvolvimento feto-placentário, levantou-se a hipótese sobre os mecanismos de programação fetal induzida pela atividade física e as repercussões na vida adulta. Da mesma forma, será que a atividade física materna pode modular a programação fetal induzida pela desnutrição? Para realização desta revisão, utilizaram-se as bases de dados *Medline Pubmed*, *Lilacs* e *Bireme*. Os termos de indexação utilizados foram: *nutrition, fetal programming, gestation, physical activity, physical exercise, metabolism*. Os artigos foram selecionados de acordo com a relevância do estudo para os tópicos estudados. Os artigos selecionados incluem estudos clássicos sobre programação fetal a partir de 1962. Para a discussão sobre nutrição e atividade física durante a gestação, foram utilizados artigos publicados nos anos de 1990 até 2008.

O QUE É PROGRAMAÇÃO FETAL?

O termo programação é utilizado para descrever o processo pelo qual um estímulo ou insulto, quando aplicado no período crítico do desenvolvimento, tem efeitos permanentes sobre a estrutura e as funções do organismo². A programação é um fenômeno biológico já bem conhecido. Por exemplo, em ratas, uma única dose de testosterona, aplicada no período crítico do desenvolvimento, programa o cérebro a desenvolver um padrão de comportamento masculino depois da puberdade, apesar de não alterar a função da pituitária e dos ovários⁴. O consumo de álcool por ratas gestantes causa redução de peso ao nascer e menor taxa de crescimento dos filhotes⁵. Este grupo de pesquisadores tem verificado em ratos que a exposição a fármacos durante o período crítico do desenvolvimento induz alterações na vida adulta. Por exemplo, durante o período crítico de desenvolvimento do sistema nervoso central, a administração crônica de citalopran, um anti-depressivo inibidor seletivo da recaptção de serotonina, reduziu o comportamento agressivo de ratos adultos⁶. O uso de outro anti-depressivo, a fluoxetina, durante a lactação, reduziu o comportamento depressivo de ratos adultos⁷. O tratamento neonatal com naloxane, um opióide endógeno, durante o período crítico de desenvolvimento dos testículos, aumenta a população das células de Sertoli e a produção de esperma em ratos adultos⁸.

Em humanos, os estudos que envolvem a programação fetal geralmente associam a nutrição como estímulo indutor de programação fetal. A primeira evidência de programação veio de um estudo geográfico, em diferentes regiões da Inglaterra no ano de 1911, que associou a alta taxa de mortalidade por doenças cardiovasculares ao baixo peso ao nascer⁹. Este elo foi subsequente demonstrado em estudos nos quais o crescimento durante a vida fetal e na infância foi registrado. O primeiro estudo foi realizado por Ravelli *et al.*¹⁰ com homens cujas mães passaram fome durante a gestação entre os anos de 1944-1945, a cha-

mada *Dutch famine*. Os autores observaram que a exposição à fome no período da gestação resultou em jovens obesos aos 19 anos. Em Hertfordshire (Inglaterra), dentre 5654 homens, aqueles que apresentaram menor peso ao nascer tiveram maior taxa de mortalidade por doenças cardiovasculares quando adultos¹¹. Ainda em Hertfordshire, foi observado que os homens diagnosticados como diabéticos apresentaram menor peso ao nascer e no primeiro ano de vida¹². No Brasil, tendo como principal fonte de informações três estudos transversais realizados nas décadas de 70, 80 e 90, observou-se transição nutricional referenciada no declínio rápido da prevalência de desnutrição em crianças e elevação, em ritmo mais acelerado, da prevalência de sobrepeso/obesidade em adultos¹³.

A nutrição como indutora de programação fetal

A relação entre a nutrição no período fetal e perinatal e a repercussão na vida adulta tem sido reconhecida há várias décadas. Em 1962, McCance¹⁴ manipulou o tamanho de ninhadas de forma que ratos de grandes ninhadas receberam menos leite materno, quando comparados aos seus pares de ninhadas menores. Após o período de lactação, ambos os grupos foram alimentados com dieta equilibrada. Os ratos provindos de grandes ninhadas apresentaram menor ganho de peso corporal e redução na taxa de crescimento. Foi assim demonstrado que o tamanho e a trajetória de crescimento de ratos estavam relacionados ao seu estado nutricional no período de lactação. Foi também demonstrado que a manipulação da dieta após a lactação não induziu qualquer efeito a longo prazo nos animais. Dessa forma, surgiu a idéia de uma janela crítica temporal para o crescimento e o desenvolvimento, que pode ser programada pela nutrição¹⁴.

Uma vez reconhecido o papel dos nutrientes no crescimento e desenvolvimento, o estado nutricional de indivíduos, especialmente a desnutrição, se tornou o alvo dos estudos. Em 1964,

Dobbing¹⁵ formulou a hipótese do período crítico do desenvolvimento, observando efeitos irreversíveis da desnutrição neonatal sobre o desenvolvimento do cérebro de ratos. De acordo com a ontogênese de cada fase (gestação, lactação ou primeira infância) e da espécie a ser estudada, a janela crítica do desenvolvimento pode se abrir e a falta ou o excesso de nutrientes pode induzir alterações permanentes na estrutura e na função de órgãos e sistemas. Em ratos, a desnutrição no período crítico de desenvolvimento do sistema nervoso, que é o período de lactação, induz efeitos permanentes sobre o tamanho do cérebro, o número de neurônios, o comportamento, a aprendizagem e a memória^{16,17}. Estes pesquisadores têm observado que a desnutrição no período neonatal altera o crescimento somático, a resposta ao tratamento com anti-depressivos, o comportamento agressivo, o comportamento alimentar, as propriedades mecânicas do músculo esquelético, a morfologia do músculo cardíaco e o padrão de atividade locomotora de ratos adultos¹⁸⁻²².

Estudos experimentais sobre a desnutrição fetal têm demonstrado que fetos de mães submetidas à dieta hipoprotéica apresentam alterações metabólicas a curto e longo prazo²³⁻²⁵. Um modelo animal de estudo bem estabelecido é fornecer às mães uma dieta normoprotéica (com 18-20% de proteína, caseína) ou uma dieta hipoprotéica (7% a 8% de proteína, caseína), e no período de lactação ou no desmame, os filhotes começam a receber dieta padronizada²⁶⁻²⁸. Em um estudo com modelo de desnutrição protéica no período gestacional, foi verificado que a apoptose de células- β estava aumentada no pâncreas dos neonatos aos 14 dias de vida²⁹. Em ratos machos, a restrição de proteína na dieta alterou o desenvolvimento reprodutivo aos 70 dias de idade³⁰. Em ratos adultos (135 dias de idade) submetidos a uma dieta hipoprotéica (8% de caseína) durante o período pré e pós-natal, foi observada uma deficiência na estrutura dos rins e menor pressão arterial média, quando comparados aos seus pares normoprotéicos (20% de caseína)³¹.

O fígado de ratos adultos aos três meses de idade, cujas mães sofreram desnutrição gestacional, apresenta aumento no tamanho dos lóbulos. Estudos com perfusão *ex-vivo* têm mostrado resistência à ação estimuladora do glucagon sobre a liberação da glicose no fígado de filhotes adultos nessas condições. Este resultado foi acompanhado por redução de 80% na expressão de receptores hepáticos para o glucagon. Neste mesmo estudo, a insulina causou aumento da liberação de glicose hepática antes da redução normalmente esperada. Parece que os receptores de membrana em hepatócitos são alvos para a programação, aumentando a expressão de receptores para a insulina em resposta à restrição dietética da mãe²⁶.

O músculo, principal local de consumo de glicose pós-prandial, tem também sido alvo de estudos. O músculo sóleo de ratos aos 15 meses de idade, e que foram submetidos à desnutrição fetal, apresenta menor sensibilidade à insulina, quando comparado ao de controles normoprotéicos. Os adipócitos de ratos (aos três meses de idade) submetidos à desnutrição na vida fetal apresentaram uma taxa elevada de consumo basal de glicose estimulado por insulina. Em paralelo, foi observado neste mesmo estudo, aumento na atividade da fosfatidilinositol 3 quinase (PI3K), que participa diretamente dos efeitos metabólicos da insulina. Apesar do aumento da atividade do PI3K, os adipócitos de filhotes submetidos à desnutrição foram resistentes à ação anti-lipolítica da insulina²⁵.

Além do modelo de desnutrição por dieta hipoprotéica, há também o modelo de manipulação do percentual da dieta fornecida ao controle, geralmente entre 30 e 50%, de acordo com o consumo normal de ratos. Utilizando o modelo de restrição da dieta (30% da dieta consumida pelo controle *ad libitum*) durante a gestação e a recuperação da dieta na lactação, foi observado atraso no crescimento pós-natal e aumento na pressão arterial de ratos adultos³². Filhotes nascidos de mães alimentadas com 40% da dieta *ad libitum* fornecida ao grupo controle apresentaram taxa de crescimento menor, quando comparados

ao grupo controle³³. Assim, não somente em termos qualitativos (quantidade de proteína), mas a quantidade de nutrientes fornecida durante o período crítico do desenvolvimento pode induzir alterações na taxa de crescimento do filhote.

A relevância dos dados provindos de estudos com animais para humanos permanece incerta. Contudo, em estudos epidemiológicos tem sido demonstrado que a desnutrição no período fetal ou neonatal pode programar o indivíduo para um aumento ou preservação dos estoques de gordura corporal ao longo da vida^{9,10}. Estudos recentes nos países em desenvolvimento demonstraram que os distúrbios no crescimento associados à desnutrição são paradoxalmente relacionados ao aumento do índice peso/altura³⁴. No Brasil, foi investigada a prevalência de obesidade e desnutrição em 535 famílias (2 411 indivíduos) de uma zona de baixa renda na cidade de São Paulo³⁵. Neste estudo, houve 30% de prevalência de desnutrição infantil. A prevalência de obesidade foi de 6,4% em rapazes e de 8,7% em moças. A associação entre sobrepeso e deficiência no crescimento foi de 5,8% em rapazes e 6,8% para moças, ocorrendo relação forte entre peso/altura infantil e sobrepeso no adulto³⁵. Resultados similares com crianças da zona rural e de periferias urbanas do Brasil foram publicados^{36,37}.

MECANISMOS PROPOSTOS

Os mecanismos envolvidos na programação incluem a interação entre o ambiente (fenótipo) e a expressão de genes (genótipo), que tem sido chamada de epigenética³. Muitos genes requerem condições especiais do ambiente para ganharem expressão fisiológica e comportamental, outros genes, provavelmente, nunca encontrarão condições adequadas de expressão³. Existem evidências de que o estado nutricional materno pode induzir alterações da expressão de genes pela metilação do DNA (ácido desoxirribonucléico) e da modificação de histonas (metilação e acetilação) do genoma fetal³⁸. Uma questão de inte-

resse é o entendimento de como a memória destes eventos é estocada ao longo da vida, apesar de uma contínua divisão e diferenciação celulares.

O fenótipo do filhote que persiste ao longo da vida implica em alterações estáveis para a transcrição do gene^{3,39}. Embora o número de genes estudados ainda seja limitado, os efeitos estáveis da restrição de nutrientes sobre a transcrição têm sido demonstrados em alguns estudos^{3,38}. Nesse sentido é de ressalva o papel do *imprinting* genômico. Os *imprinted* genes são genes encontrados na placenta de mamíferos, marsupiais e sementes de plantas cuja expressão depende de sua origem parental. Em mamíferos, muitos destes genes estão envolvidos no crescimento fetal e são expressos tanto em tecidos do feto como na placenta³⁸.

É de interesse que alguns dos genes que são alterados seguindo estímulo ambiental pré e pós-natal são fatores de transcrição que afetam vias metabólicas³. Por exemplo, filhotes de mães submetidas à dieta hipoprotéica na gestação têm, aproximadamente, o dobro de atividade da enzima fosfenolpiruvato-carboxiquinase (PEPCK), uma enzima-chave da gliconeogênese, e aumento da atividade da enzima glicoquinase, uma enzima-chave da glicólise²⁵. Ademais, o perfil lipídico alterado em filhos de mães desnutridas na gestação parece ter relação com o aumento da expressão das enzimas acetil Co-A carboxilase e ácido graxo sintase no fígado²⁵. Tomados juntos, estes resultados demonstram um aumento no metabolismo hepático dos carboidratos na direção oposta daquela que seria induzida pela insulina.

A identificação da regulação epigenética de expressão de genes como potencial mecanismo da indução de diferentes fenótipos pela nutrição materna, durante o período crítico do desenvolvimento, suscita o questionamento sobre a atuação de outros estímulos ambientais. Nesse sentido, é importante questionar acerca do estilo de vida materno, que inclui o engajamento em programas de atividade física. Estudos epidemiológicos têm observado uma associação entre o estilo de vida ativo materno e as adaptações fisiológicas da gestação que regulam o crescimento feto-placentário⁴⁰⁻⁴².

Atividade física durante a gestação sobre o binômio mãe-filho

De acordo com o *American College of Obstetricians and Gynecologists*⁴³, mulheres com gestação de baixo-risco podem praticar exercício físico moderado e leve por cerca de 30 minutos por dia, todos os dias da semana. Contudo, ainda é difícil estabelecer recomendações de percentual de esforço físico durante a gestação, uma vez que a intensidade, o tipo e a duração do exercício físico são determinantes para as adaptações fisiológicas na mãe e as repercussões no filho. Ademais, é necessária a definição de termos utilizados como, por exemplo, atividade física, exercício físico e treinamento físico, para o entendimento da associação entre o estilo de vida da mãe e o desenvolvimento feto-placentário.

Atividade física durante a gestação

O termo atividade física se refere a qualquer movimento do músculo esquelético que demande gasto energético. Quanto ao nível de atividade física, o indivíduo pode ser classificado como ativo ou inativo, a depender da quantidade de calorias semanais gastas em um esforço físico⁴⁴. Assim, um indivíduo é considerado ativo quando se engaja em atividades físicas (caminhadas, *jogging*, andar de bicicleta, natação, atividades domésticas, atividades no trabalho, atividades de lazer e recreação) durante 30 minutos, levando a um dispêndio energético acima do metabolismo basal em torno de 1 500kcal/semana⁴⁴.

Em 1993, um estudo epidemiológico demonstrou que atividade física durante a gestação estava associada ao peso ao nascer do filho⁴⁵. Rao et al.⁴² avaliaram 797 gestantes da cidade de Pune na Índia quanto ao nível de atividade física (trabalho na agricultura, atividades domésticas e outras atividades), a partir de um questionário com pontuação para cada atividade. O resultado

final foi expresso em gasto energético semanal (Kcal/sem). Neste estudo, foi observado que o nível de atividade física era inversamente relacionado ao ganho de peso materno a partir da 28ª semana de gestação⁴². Nos recém-nascidos, foi observado um menor peso ao nascer e redução em alguns parâmetros somáticos. Mais recentemente, Perkins et al.⁴⁴ avaliaram a relação entre o nível de atividade física aeróbia (por acelerometria), o ganho de peso durante a gestação e a altura para a taxa de crescimento fetal em 51 mulheres gestantes. Neste estudo, a correlação entre a atividade física e a taxa de crescimento fetal foi inversamente proporcional ($R=-0,42$, $p<0,05$). Crianças nascidas de mulheres no quartil mais alto de atividade física pesaram cerca de 608g menos que crianças nascidas de mães do quartil menor⁴⁴.

O engajamento em atividades de lazer e recreativas (natação e caminhada, três vezes por semana) está relacionado a efeitos positivos na mãe e no peso do filho ao nascer^{44,45}. Estudos epidemiológicos relatam que a combinação entre atividade física regular e uma dieta equilibrada pode reduzir o risco de doenças na mãe, tais como: hipertensão, *diabetes mellitus* gestacional, desordem no desenvolvimento placentário, resposta insulina-glicose^{40-42,46}. Assim, mulheres que se exercitam regularmente deveriam continuar com o mesmo volume de atividade física, aumentando suas atividades de lazer e recreação em cerca de 20 a 30 minutos com uma frequência de 3 a 5 dias por semana⁴³. De acordo com o *American College of Obstetricians and Gynecologists*⁴³, os tipos de atividades que são recomendadas incluem: natação e bicicleta ergométrica (estacionária) por reduzirem as chances de lesão e impacto. Ademais, estudos recentes demonstraram que mulheres que já praticavam atividade física antes da gestação podem permanecer com a mesma duração e frequência semanal, contudo, recomenda-se evitar atividades que demandem esforço de alta intensidade⁴¹.

Exercício físico durante a gestação: alterações no crescimento feto-placentário

O termo exercício físico se refere a uma atividade física realizada sistematicamente. As adaptações fisiológicas associadas ao exercício físico dependem da intensidade, da duração e da frequência do esforço⁴⁷. O exercício físico pode ser classificado de acordo com a intensidade do esforço como: leve, moderado e intenso. Essa classificação toma como base a realização de alguns testes de esforço máximo para avaliar a concentração de lactato no sangue, o consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), e/ou a frequência cardíaca máxima (FC_{max}). Em exercícios de intensidade leve e moderada, a concentração de lactato no sangue permanece estável (variando entre 2 e 4mmol/L). O VO_{2max} e a FC_{max} são os parâmetros fisiológicos mais comumente utilizados em estudos para referenciar a intensidade do esforço. Assim, um exercício leve geralmente se refere de 20 a 50% do VO_{2max} e da FC_{max} , um exercício moderado de 50-70% do VO_{2max} e da FC_{max} e o exercício intenso acima de 80% do VO_{2max} e da FC_{max} . Se o exercício físico é realizado regularmente é denominado de treinamento físico. Assim como o exercício físico, o treinamento físico pode ser classificado como leve, moderado e intenso⁴⁷.

Durante um exercício físico, a taxa de fluxo sanguíneo visceral diminui enquanto o fluxo sanguíneo aumenta para os músculos e a pele. Há uma diminuição de 50% do fluxo sanguíneo para a placenta em resposta a exercícios moderados e intensos. Os níveis voltam ao normal logo após o término do exercício⁴¹.

O efeito do exercício sobre parâmetros fisiológicos da mãe (fluxo de sangue placentário e conteúdo de oxigênio e nutrientes na artéria) varia com o tipo, a frequência, a duração e a intensidade do esforço, bem como o nível de aptidão física da mãe e o período da gestação no qual o programa de exercício físico teve início⁴⁶. Estudos com humanos demonstram que, em

gestantes não-exercitadas, o volume placentário na 20ª semana de gestação é cerca de 180mL, passando para 424mL na 40ª semana⁴⁸. Em gestantes exercitadas (60% do VO_{2max}), o volume placentário na 20ª semana de gestação é de cerca 255mL e na 40ª semana aumenta para 522mL⁴⁸. Uma carga de exercício físico moderado na primeira metade da gestação (60min, 5 dias por semana, 65% do VO_{2max}) estimula o crescimento placentário. Ao contrário, passar de um exercício físico de baixa intensidade (40% do VO_{2max}) na metade do período da gravidez, para um exercício físico intenso (>75% do VO_{2max}) no final da gestação induz a diminuição do peso corporal para a idade gestacional em cerca de 370g e o percentual de gordura de 12 para 8%⁴⁰.

Exercícios de intensidade mais leve apresentaram um menor aumento no volume placentário⁴⁰. Contudo, a esta intensidade de esforço, foi observada uma diminuição na concentração de glicose sanguínea e de insulina durante e após a sessão de exercício⁴⁶. Estes resultados fortalecem o papel benéfico do exercício físico na diminuição do risco de *diabetes mellitus* gestacional. Aliás, um estudo demonstrou que mulheres com diabetes gestacional e submetidas a uma dieta controlada e a exercício físico leve (20min, 3 vezes por semana, a 30% do VO_{2max}) apresentaram menor concentração de glicose sanguínea e hemoglobina glicosilada, quando comparadas a mulheres submetidas unicamente a dieta controlada⁴⁶.

O treinamento físico leve durante a gestação aumenta o volume plasmático materno de repouso, o volume de sangue no espaço interviloso, o débito cardíaco, a função placentária e a taxa de crescimento fetal⁴⁰. Há um aumento na disponibilidade de glicose no espaço placentário em resposta ao treinamento físico e isso vai repercutir no crescimento fetal⁴¹. O mecanismo de atuação inclui a regulação da síntese e liberação de peptídeos estimuladores do crescimento, como o fator de crescimento similar à insulina (IGF) dentro do compartimento fetal⁴¹. Quando a intensidade do esforço é aumentada, há uma redistribuição

buição do fluxo sanguíneo na mãe para os músculos em movimento. Isso causa uma diminuição temporária da quantidade de substrato e oxigênio disponível para a placenta. Dessa forma, em resposta ao exercício físico intenso, vários tecidos fetais liberam peptídeos que tornam o crescimento fetal mais lento, a exemplo, as proteínas ligantes do fator de crescimento similar à insulina (IGF-BP)⁴⁸. Este efeito parece ser um mecanismo de proteção do feto que, se persistir, irá definir o tempo e o tipo de restrição do crescimento.

Pode o exercício físico durante a gestação induzir a programação fetal?

Os estudos sobre os efeitos a longo prazo do exercício físico durante o período de vida fetal ainda são escassos. Não há dados publicados com humanos e os modelos com animais avaliaram filhotes de ratos provindos de mães exercitadas até o período de desmame. Parnpiansil *et al.*⁴⁹ verificaram que os filhotes de ratas exercitadas durante a gestação apresentaram um aumento, após o nascimento, na expressão do RNAm (ácido ribonucléico mensageiro) de fatores neurotróficos. Os autores correlacionaram este resultado ao aumento na habilidade de aprendizagem espacial (avaliado pelo teste de labirinto em "T"), quando comparados aos seus pares provindos de ratas não exercitadas.

Os estudos citados neste trabalho indicam que a atividade física materna e o aporte energético induzem adaptações fisiológicas na gestação e atuam como reguladores crônicos e agudos da disponibilidade de oxigênio e de substrato para o binômio mãe-filho. Parece que o principal fator que inicia a seqüência reguladora do crescimento é a disponibilidade de substrato e oxigênio provindos da mãe. O mecanismo subjacente inclui a liberação de mediadores como o fator de necrose tumoral alfa (TNF- α) e o hormônio lactogênio placentário humano pela placenta, que regula suas concentrações de acordo com a disponibilidade

de glicose e/ou outros fatores de crescimento feto-placentário⁴¹. O trofoblasto percebe a disponibilidade de nutrientes e oxigênio, isso pode alterar a expressão de genes e a subsequente produção de múltiplos fatores supressivos ou estimuladores do crescimento.

Peptídeos reguladores adicionais incluem o sistema de fatores induzidos pela hipóxia (HIF), fatores de crescimento endotelial vascular (VEGF). Esses peptídeos são liberados em resposta às alterações locais na tensão de oxigênio, que influencia a angiogênese e a taxa de crescimento vascular e as alterações adaptativas na rede de capilares placentários⁴⁰. Esse sistema funciona a partir de um *feedback* negativo no qual a tensão de oxigênio atua inversamente sobre o crescimento capilar⁴¹.

O balanço energético durante a gestação é um fator importante que afeta a relação entre nutrição materna e o peso ao nascer. Mulheres sub-nutridas de comunidades rurais dos países em desenvolvimento, como a Índia e o Brasil, têm cargas altas de atividade física (trabalho agrícola e atividades domésticas) e seus filhos apresentam baixo peso ao nascer^{42,50}. Extrema carga de trabalho também tem sido associada ao aumento da taxa de aborto e de nascimento de bebês prematuros⁴². Por outro lado, atividade física de baixa intensidade, e realizada sistematicamente, está associada ao aumento do peso ao nascer, mesmo em mulheres que passaram por privação dietética⁴⁶.

Assim, estudos que avaliem os efeitos a longo prazo da atividade física, associada ou não à nutrição durante a gestação, devem ser priorizados. Este grupo de pesquisadores tem utilizado o rato como modelo experimental, e os dados preliminares apontam para o efeito benéfico do treinamento físico moderado durante a gestação na taxa de crescimento (até os 90 dias de vida) e na aquisição do padrão de atividade locomotora dos filhotes. Nos filhotes de mães treinadas e desnutridas, os danos causados pela desnutrição foram atenuados (dados não publicados).

CONCLUSÃO

O ambiente influencia o crescimento e o desenvolvimento do filho. Vários estudos têm demonstrado o efeito do aporte inadequado de nutrientes durante a gestação e a ocorrência de doenças na vida adulta. O estilo de vida materno, representado pelo nível de atividade física, induz alterações no aporte de substratos e oxigênio no ambiente feto-placentário que repercutem no crescimento fetal e no peso ao nascer. Nesse sentido, é provável que a atividade física durante a gestação possa estar relacionada a alterações metabólicas na vida adulta. Da mesma forma, a atividade física também pode modular os efeitos da programação fetal induzida pela nutrição.

COLABORADORES

C.G. LEANDRO participou da elaboração do texto, da pesquisa em bases de dados e da redação final. M.F. AMORIM participou da revisão do texto e da pesquisa em bases de dados. S.M. HIRABARA, R. CURTI e R.M. CASTRO participaram da revisão final do artigo.

REFERÊNCIAS

- Barker, DJ. The origins of the developmental origins theory. *J Intern Med*. 2007; 261(5):412-7.
- Lucas A. Programming by early nutrition in man. *Ciba Found Symp*. 1991; 156:38-50. Discussion 50-5.
- Burdge GC, Hanson MA, Slater-Jefferies JL, Lillycrop KA. Epigenetic regulation of transcription: a mechanism for inducing variations in phenotype (fetal programming) by differences in nutrition during early life? *Br J Nutr*. 2007; 97(6):1036-46.
- Angelbeck JH, DuBrul EF. The effect of neonatal testosterone on specific male and female patterns of phosphorylated cytosolic proteins in the rat preoptic-hypothalamus, cortex and amygdala. *Brain Res*. 1983; 264(2):277-83.
- Ponnappa BC, Rubin E. Modeling alcohol's effects on organs in animal models. *Alcohol Res Health*. 2000; 24(2):93-104.
- Manhaes de Castro R, Barreto Medeiros JM, Mendes da Silva C, Ferreira LM, Guedes RC, Cabral Filho JE, *et al*. Reduction of intraspecific aggression in adult rats by neonatal treatment with a selective serotonin reuptake inhibitor. *Braz J Med Biol Res*. 2001; 34(1):121-4.
- Mendes-da-Silva C, Souza SL, Barreto-Medeiros JM, Freitas-Silva SR, Antunes DE, Cunha AD, *et al*. Neonatal treatment with fluoxetine reduces depressive behavior induced by forced swim in adult rats. *Arq Neuropsiquiatr*. 2002; 60(4):928-31.
- Silva Jr. VA, Vieira AC, Pinto CF, Paula TA, Palma MB, Lins Amorim MJ, *et al*. Neonatal treatment with naloxone increases the population of Sertoli cells and sperm production in adult rats. *Reprod Nutr Dev*. 2006; 46(2):157-66.
- Barker DJ, Osmond C, Golding J, Kuh D, Wadsworth ME. Growth in utero, blood pressure in childhood and adult life, and mortality from cardiovascular disease. *BMJ*. 1989; 298(6673):564-7.
- Ravelli GP, Stein ZA, Susser MW. Obesity in young men after famine exposure in utero and early infancy. *N Engl J Med*. 1976; 295(7):349-53.
- Barker DJ, Osmond C. Diet and coronary heart disease in England and Wales during and after the Second World War. *J Epidemiol Comm Health*. 1986; 40(1):37-44.
- Hales CN, Barker DJ, Clark PM, Cox LJ, Fall C, Osmond C, *et al*. Fetal and infant growth and impaired glucose tolerance at age 64. *BMJ*. 1991; 303(6809):1019-22.
- Filho MB, Rissin A. A transição nutricional no Brasil: tendências regionais e temporais. *Cad Saúde Pública*. 2003; 19:S181-S191.
- McCance RA. Food, growth, and time. *Lancet*. 1962; 2(7257):671-6.
- Dobbing J. The influence of early nutrition on the development and myelination of the brain. *Proc R Soc Lond B Biol Sci*. 1965; 159:503-9.
- Costa-Cruz RR, Amancio-dos-Santos A, Guedes RC. Characterization of cortical spreading depression in adult well-nourished and malnourished rats submitted to the association of pilocarpine-induced epilepsy plus streptozotocin-induced hyperglycemia. *Neurosci Letter* 2006; 401(3):271-5.
- Do Monte-Silva KK, Assis FL, Leal GM, Guedes RC. Nutrition-dependent influence of peripheral electrical stimulation during brain development on cortical spreading depression in weaned rats. *Nutr Neurosci*. 2007; 10(3-4):187-94.
- Barreto-Medeiros J, Queiros-Santos A, Cabral-Filho JE, Ferreira ESWT, Leandro CG, Deiro TC, *et al*. Stress/aggressiveness-induced immune changes are altered in adult rats submitted to neonatal

- malnutrition. *Neuroimmunomodulation*. 2007; 14(5):229-334.
19. Barros KM, Manhaes-De-Castro R, Lopes-De-Souza S, Matos RJ, Deiro TC, Cabral-Filho JE, *et al.* A regional model (Northeastern Brazil) of induced mal-nutrition delays ontogeny of reflexes and locomotor activity in rats. *Nutr Neurosci*. 2006; 9(1-2):99-104.
 20. Lopes de Souza S, Orozco-Solis R, Grit I, Manhaes de Castro R, Bolanos-Jimenez F. Perinatal protein restriction reduces the inhibitory action of serotonin on food intake. *Eur J Neurosci*. 2008; 27(6):1400-8.
 21. Toscano AE, Amorim MA, Carvalho Filho EV, Aragao RS, Cabral-Filho JE, Moraes SR, *et al.* Do malnutrition and fluoxetine neonatal treatment program alterations in heart morphology? *Life Sci*. 2008; 82(21-22):1131-6.
 22. Toscano AE, Manhaes-de-Castro R, Canon F. Effect of a low-protein diet during pregnancy on skeletal muscle mechanical properties of offspring rats. *Nutrition*. 2008; 24(3):270-8.
 23. Berney DM, Desai M, Palmer DJ, Greenwald S, Brown A, Hales CN, *et al.* The effects of maternal protein deprivation on the fetal rat pancreas: major structural changes and their recuperation. *J Pathol*. 1997; 183(1):109-15.
 24. Lesage J, Hahn D, Leonhardt M, Blondeau B, Breant B, Dupouy JP. Maternal undernutrition during late gestation-induced intrauterine growth restriction in the rat is associated with impaired placental GLUT3 expression, but does not correlate with endogenous corticosterone levels. *J Endocrinol*. 2002; 174(1):37-43.
 25. Ozanne SE, Olsen GS, Hansen LL, Tingey KJ, Nave BT, Wang CL, *et al.* Early growth restriction leads to down regulation of protein kinase C zeta and insulin resistance in skeletal muscle. *J Endocrinol*. 2003; 177(2):235-41.
 26. Cottrell EC, Ozanne SE. Early life programming of obesity and metabolic disease. *Physiol Behav*. 2008; 94(1):17-28.
 27. Cripps RL, Archer ZA, Mercer JG, Ozanne SE. Early life programming of energy balance. *Biochem Soc Trans*. 2007; 35(Pt 5):1203-4.
 28. Martin-Gronert MS, Tarry-Adkins JL, Cripps RL, Chen JH, Ozanne SE. Maternal protein restriction leads to early life alterations in the expression of key molecules involved in the aging process in rat offspring. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2008; 294(2):R494-500.
 29. Petrik J, Reusens B, Arany E, Remacle C, Coelho C, Hoet JJ, *et al.* A low protein diet alters the balance of islet cell replication and apoptosis in the fetal and neonatal rat and is associated with a reduced pancreatic expression of insulin-like growth factor-II. *Endocrinology*. 1999; 140(10):4861-73.
 30. Zambrano E, Rodriguez-Gonzalez GL, Guzman C, Garcia-Becerra R, Boeck L, Diaz L, *et al.* A maternal low protein diet during pregnancy and lactation in the rat impairs male reproductive development. *J Physiol*. 2005; 563(Pt 1):275-84.
 31. Hoppe CC, Evans RG, Moritz KM, Cullen-McEwen LA, Fitzgerald SM, Dowling J, *et al.* Combined prenatal and postnatal protein restriction influences adult kidney structure, function, and arterial pressure. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2007; 292(1):R462-9.
 32. Woodall, SM, Johnston BM, Breier BH, Gluckman PD. Chronic maternal undernutrition in the rat leads to delayed postnatal growth and elevated blood pressure of offspring. *Pediatr Res*. 1996; 40(3):438-43.
 33. Bayol S, Jones D, Goldspink G, Stickland NC. The influence of undernutrition during gestation on skeletal muscle cellularity and on the expression of genes that control muscle growth. *Br J Nutr*. 2004; 91(3):331-9.
 34. Sawaya AL, Martins PA, Grillo LP, Florencio TT. Long-term effects of early malnutrition on body weight regulation. *Nutr Rev*. 2004; 62(7 Pt 2): S127-33.
 35. Sawaya AL, Dallal G, Solymos G, Sousa MH, Ventura ML, Roberts SB, *et al.* Obesity and malnutrition in a Shantytown population in the city of Sao Paulo, Brazil. *Obes Res*. 1993; 3(Suppl 2):107s-15s.
 36. Sichieri R, Moura AS, Godoy JL, Niero N, Matsumoto FN. Nutritional status of children and occupational categories of the family in a rural community of Parana, Brazil]. *Cad Saude Pública*. 1993; 9(Suppl 1):28-35.
 37. Florencio TT, Ferreira HS, Cavalcante JC, Luciano SM, Sawaya AL. Food consumed does not account for the higher prevalence of obesity among stunted adults in a very-low-income population in the Northeast of Brazil (Maceio, Alagoas). *Eur J Clin Nutr*. 2003; 57(11):1437-46.
 38. Sinclair SK, Lea RG, Rees WD, Young LE. The developmental origins of health and disease: current theories and epigenetic mechanisms. *Soc Reprod Fertil Suppl*. 2007; 64:425-43.
 39. Smith FM, Garfield AS, Ward A. Regulation of growth and metabolism by imprinted genes. *Cytogenet Genome Res*. 2006; 113(1-4):279-91.
 40. Clapp JF, Kim H, Burciu B, Schmidt S, Petry K, Lopez B. Continuing regular exercise during pregnancy:

- effect of exercise volume on fetoplacental growth. *Am J Obstet Gynecol.* 2002; 186(1):142-7.
41. Clapp JF. Influence of endurance exercise and diet on human placental development and fetal growth. *Placenta.* 2006; 27(6-7):527-34.
 42. Rao S, Kanade A, Margetts BM, Yajnik CS, Lubree H, Rege S, *et al.* Maternal activity in relation to birth size in rural India. The Pune Maternal Nutrition Study. *Eur J Clin Nutr.* 2003; 57(4):531-42.
 43. ACOG Committee Opinion. Number 267, January 2002: exercise during pregnancy and the postpartum period. *Obstet Gynecol.* 2002; 99(1):171-3.
 44. Perkins CC, Pivarnik JM, Paneth N, Stein AD. Physical activity and fetal growth during pregnancy. *Obstet Gynecol.* 2007; 109(1):81-7.
 45. Hatch MC, Shu XO, McLean DE, Levin B, Begg M, Reuss L, *et al.* Maternal exercise during pregnancy, physical fitness, and fetal growth. *Am J Epidemiol.* 1993; 137(10):1105-14.
 46. Clapp JF. Effects of Diet and Exercise on Insulin Resistance during Pregnancy. *Metab Syndr Relat Disord.* 2006; 4(2):84-90.
 47. Leandro CG, Manhaes de Castro R, Nascimento E, Pithon-Curi TC, Curi R. Mecanismos adaptativos do sistema imunológico em resposta ao treinamento físico. *Rev Bras Med Esporte.* 2007; 13(5): 343-8.
 48. Thomas DM, Clapp JF, Sherence S. A foetal energy balance equation based on maternal exercise and diet. *J R Soc Interface.* 2008; 5(21):449-55.
 49. Parnpiansil P, Jutapakdeegul N, Chentanez T, Kotchabhakdi N. Exercise during pregnancy increases hippocampal brain-derived neurotrophic factor mRNA expression and spatial learning in neonatal rat pup. *Neurosci Lett.* 2003; 352(1): 45-8.
 50. Lima M, Ismail S, Ashworth A, Mies SS. Influence of heavy agricultural work during pregnancy on birth weight in North-East Brazil. *Int J Epidemiol.* 1999; 28(3):469-74.

Recebido em: 10/8/2007

Versão final reapresentada em: 8/8/2008

Aprovado em: 18/11/2008

Avaliação nutricional de idosos em uma instituição por diferentes instrumentos¹

Nutritional assessment of institutionalized elderly with different instruments

Luciana Nabuco FÉLIX²

Elizabeth Maria Talá de SOUZA³

RESUMO

Objetivo

Avaliar o risco nutricional de idosos institucionalizados por diferentes instrumentos de avaliação nutricional.

Métodos

Estudo transversal com 37 idosos (60 a 100 anos) residentes em Instituição de Longa Permanência do Distrito Federal. A avaliação incluiu diferentes critérios antropométricos: índice de massa corporal, circunferência do braço, da panturrilha, da intura, razão cintura/quadril, perda e ganho ponderal, contagem total de linfócitos e a aplicação da Mini Avaliação Nutricional.

Resultados

As proporções de 36,1% de desnutridos, 16,7% de sobrepeso + obesidade e 47,2% de eutróficos foram verificadas, quando a medida de circunferência do braço foi o instrumento utilizado. A avaliação realizada com o índice de massa corporal mostrou a presença de 47,9% de eutrofia, menor proporção de baixo peso (27,0%) e de sobrepeso (27,0%). O risco para doenças cardiovasculares, segundo a circunferência da cintura, foi estimado em 86,4% das mulheres e 57,1% dos homens. Contudo, quando este mesmo risco foi julgado utilizando-se a razão entre a circunferência da cintura e a circunferência do quadril, a proporção de 95,5% foi significativamente maior no grupo de mulheres (42,9%, masculino). A depleção imunológica foi constatada em 46,7% dos homens e 66,7% das mulheres. O estado nutricional, classificado pela Mini Avaliação Nutricional, apontou 50,0% de mulheres e 40,0% de homens com risco de desnutrição. O risco nutricional foi observado em 83,8% dos idosos quando considerada, como critério para este diagnóstico, a presença de pelo menos um dos índices antropométricos abaixo da normalidade. Resultado semelhante, de 75,7% de risco, foi obtido com a Mini Avaliação Nutricional.

¹ Artigo elaborado a partir da dissertação de L.N. FÉLIX, intitulada "Avaliação nutricional em instituição geriátrica do Distrito Federal: análise por diferentes instrumentos". Universidade de Brasília; 2006.

² Universidade de Brasília, Faculdade de Ciências da Saúde, Departamento de Nutrição. Asa Norte, Campus Universitário Darcy Ribeiro, 70910-900, Brasília, DF, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: L.N. FÉLIX. E-mail: <luciananabuco@gmail.com>.

³ Universidade de Brasília, Departamento de Biologia Celular, Instituto de Ciências Biológicas. Brasília, DF, Brasil.

Conclusão

Na instituição sob estudo uma maioria significativa de idosos, independentemente do sexo, apresentou risco nutricional, a julgar pelos indicadores antropométricos utilizados ou pela Mini Avaliação Nutricional.

Termos de indexação: Antropometria. Envelhecimento. Saúde do idoso institucionalizado.

ABSTRACT

Objective

The objective of this study was to assess the nutritional risk of institutionalized elderly with different nutritional assessment tools.

Methods

This was a cross-sectional study with 37 seniors aged 60 to 100 year living in a long-stay Institution of the Federal District. The assessment included different anthropometric measurements such as body mass index, arm circumference, calf circumference, waist-to-hip ratio and weight gain, total lymphocyte count and administration of the Mini Nutritional Assessment.

Results

Arm circumference revealed that 36.1% of the elderly were undernourished, 16.7% were overweight and obese and 47.2% were normal weight. Body mass index revealed 47.9% to be normal weight, a smaller proportion (27.0%) to be underweight and another 27.0% to be overweight. Most of the females (86.4%) and the majority of the males (57.1%) were at risk of cardiovascular diseases according to their waist circumferences. However, when this same risk was assessed by the waist-to-hip ratio, the proportion of females at risk was significantly higher (95.5%). The percentage of the males at risk according to the same parameter was 42.9%. Immunedepletion was found in 46.7% of the males and 66.7% of the females. The nutritional status determined by the Mini Nutritional Assessment showed that 50.0% of the women and 40.0% of the men were at risk of malnutrition. If nutritional risk was determined by having at least one anthropometric indicator below the normal range, most of the elderly (83.8%) were at risk. The Mini Nutritional Assessment showed a similar trend: 75.7% of subjects were at nutritional risk.

Conclusion

In the institution under study, a significant majority of the elderly of both genders were at nutritional risk according to anthropometric indicators or the Mini Nutritional Assessment.

Indexing terms: Anthropometry. Aging. Health of institutionalized elderly.

INTRODUÇÃO

No Brasil existiam 15 milhões de pessoas no ano de 2000 (8,6% da população) com idade acima de 60 anos e a estimativa para 2025 é que este número alcance 32 milhões (13% da população)¹. Este envelhecimento populacional acelerado também terá reflexos no aumento do número de idosos institucionalizados, os quais, por alterações metabólicas, fisiológicas, anatômicas e psicossociais inerentes à idade, são considerados vulneráveis do ponto de vista nutricional.

O desequilíbrio nutricional no idoso está reconhecidamente relacionado ao aumento da mortalidade, à susceptibilidade a infecções e à

redução da qualidade de vida. Na senescência é comum a co-existência de doenças crônicas não transmissíveis, como as cardiovasculares, pulmonares, o *diabetes mellitus*, além do uso prolongado de medicamentos que interferem no apetite, no consumo e na absorção de nutrientes².

Até o momento não existe consenso quanto ao melhor instrumento de avaliação nutricional do idoso³, o que requer a análise conjunta de diversas medidas (antropométricas, dietéticas e bioquímicas) para alcançar um diagnóstico. Métodos não invasivos, fidedignos e de baixo custo para a avaliação de risco nutricional no idoso, como o inquérito Mini Avaliação Nutricional (MAN)⁴, vêm sendo validados.

Frente ao crescimento significativo da população idosa no País, à vulnerabilidade nutricional e ainda aos cuidados necessários com a saúde nesta faixa etária, como garantia de qualidade de vida, este estudo investigou o perfil nutricional de idosos internados em Instituição de Longa Permanência do Distrito Federal, bem como comparou o risco nutricional analisado por diferentes metodologias.

MÉTODOS

O estudo transversal foi conduzido com todos os 37 idosos (60 a 100 anos) residentes em tempo integral no Instituto de Gerontologia de Brasília, localizado na cidade satélite Núcleo Bandeirante (DF). As medidas antropométricas, a contagem de linfócitos e a aplicação do questionário da MAN foram realizadas entre janeiro e abril do ano de 2005, após consentimento escrito do participante ou do seu responsável. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Faculdade de Saúde da Universidade de Brasília (CAAE-0062.1.012.000-04).

Antropometria: as medidas antropométricas de cada idoso foram realizadas em dois dias consecutivos, no período matutino, por uma nutricionista treinada em todas as técnicas. Peso (Kg), Estatura (m), índice de massa corporal (kg/m^2), relação cintura/quadril, Circunferência do Braço (CB) (cm) e Circunferência da Panturrilha (CP) (cm) foram determinados em triplicatas e os valores expressos por média e Desvio-Padrão (DP). O peso corporal foi aferido em uma balança Filizola, capacidade de 150kg, precisão de 0,1kg e 0,5cm, com o idoso usando roupas leves e descalço. A estatura foi verificada com antropômetro vertical fixo à balança. O idoso acamado e/ou impossibilitado de assumir posição ereta foi sustentado por um cuidador e ambos foram pesados juntamente; o peso do idoso foi então obtido subtraindo-se do total o peso do cuidador. A verificação da estatura do idoso acamado foi realizada na posição recumbente, isto é, em posição supina no leito, marcando-se, com o auxílio de um

triângulo, o lençol na altura da extremidade da cabeça e na base do pé direito e, em seguida, medindo-se com fita métrica flexível a distância entre ambas as marcas⁵. Os idosos que apresentavam edema tiveram o peso estimado descontando-se o excesso de peso hídrico de acordo com Riella & Martins⁶.

O diagnóstico do estado nutricional foi realizado com diferentes critérios: A) Índice de Massa Corporal (IMC) utilizando-se a classificação: baixo peso ($\text{IMC} \leq 18,5 \text{ kg}/\text{m}^2$), normal ($18,5 < \text{IMC} \leq 24,9 \text{ kg}/\text{m}^2$) e sobrepeso ($\text{IMC} > 24,9 \text{ kg}/\text{m}^2$)^{7,8}. B) circunferência do braço de acordo com Frisancho⁹, utilizando-se como referência o percentil 50º para população brasileira¹⁰, com a equação: adequação da CB (%) = $\text{CB obtida (cm)} \times 100 / \text{CB percentil 50}^\circ$. A classificação do estado nutricional do idoso considerou: desnutrição grave <70%; desnutrição moderada 70-80%; desnutrição leve 80-90%; eutrofia 90-110%; sobrepeso 110-120%; obesidade >120%. C) Perda de Peso (PP), expressa em porcentagem, tendo como 100% o peso médio do idoso nos seis meses que antecederam o estudo verificado no registro em prontuário de cada idoso; como critério classificatório foi considerada redução de peso: $\leq 5\%$ situação intrínseca ao organismo do idoso, >5 e $\leq 10\%$ risco nutricional moderado e redução de peso acima de 10% risco nutricional grave¹¹. D) circunferência da panturrilha realizada para compor o teste MAN, de acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS)¹² com o ponto de corte de 31cm. E) Contagem Total de Linfócitos (CTL) foi realizada em contador Coulter (modelo T-890), sendo considerada como depleção imunológica leve, moderada e grave o número de linfócitos entre 1 200-2 000, entre 800-1 199 e $<800/\text{mm}^3$, respectivamente, de acordo a classificação de Blackburn & Thornton¹¹.

O risco cardiovascular foi avaliado com as medidas da Circunferência da Cintura (CC) e do Quadril (CQ), sendo a primeira obtida circundando o idoso com uma fita métrica flexível na linha natural da cintura (na região mais estreita entre o tórax e o quadril, no ponto médio entre a última

costela e a crista ilíaca), no momento da expiração. A CQ foi medida circundando com a mesma fita a região de maior perímetro entre a cintura e a coxa⁵. A identificação do risco cardiovascular foi realizada utilizando a razão $RCQ=CC$ (cm)/CQ (cm) e a classificação de Lohman *et al.*¹³ para a idade acima de 60, que considera: risco baixo, moderado e alto para homens os valores de $RCQ < 0,91$, entre 0,91-0,99, entre 1,00-1,03, respectivamente; e para mulheres os valores $< 0,76$, entre 0,76-0,84 e entre 0,85-0,90, respectivamente. A medida da CC foi utilizada ainda para a avaliação de acúmulo de gordura abdominal, considerando-se os critérios da OMS¹⁴ de risco de doenças metabólicas: CC: > 80 cm e > 94 cm para mulheres e homens, respectivamente.

O questionário Mini Avaliação Nutricional foi respondido diretamente pelo idoso e, quando impedido, por profissional da instituição (técnica de enfermagem, nutricionista e/ou cuidador). O teste MAN validado para idosos atribui pontuação às etapas de Triagem - medidas antropométricas (PP e IMC) e inquérito sobre ingestão alimentar, motilidade, problemas psicológicos ou doenças agudas e de Avaliação Global - medidas antropométricas (CB e CP), inquérito sobre uso de medicamento, presença de lesões de pele ou escaras, hábitos alimentares e auto-referência do estado de saúde. O somatório dos pontos da Triagem ≥ 12 classifica o idoso como eutrófico e o inquérito é interrompido, enquanto a pontuação ≤ 11 exige a continuidade da aplicação do questionário correspondente à etapa de Avaliação Global, sendo que um escore final ≥ 24 categoriza o estado nutricional como normal, ≤ 17 a 23,9 risco de desnutrição e < 17 desnutrido⁴.

No estudo o idoso foi considerado em risco nutricional quando: 1) pelo menos um dos parâmetros antropométricos esteve abaixo da normalidade ou 2) pela pontuação MAN com diagnóstico de risco ou desnutrição instalada.

As informações quanto ao tipo e à quantidade de medicamentos utilizados pelos idosos foram obtidas por consulta nos prontuários dos mesmos.

A análise estatística foi realizada com programa *Statistical Analysis System* (SAS), versão 9.1. Para análise dos valores médios de idade, tempo de institucionalização (permanência), dados antropométricos foi realizado o teste *t* de duas amostras presumindo variâncias diferentes. O teste exato de qui-quadrado de Mantel Haenszel foi utilizado para avaliar as associações entre as variáveis sexo e diagnóstico nutricional, este proveniente dos parâmetros antropométricos (IMC, CB, PP, RCQ), imunológicos (CTL) e teste MAN. O mesmo critério foi utilizado para comparar: a classificação de idosos pelo IMC por diferentes pontos de corte da literatura e as proporções de risco nutricional pelos critérios antropométricos e pela MAN. Nível de significância de 5% foi considerado em todos os testes estatísticos.

RESULTADOS

Foram avaliados todos os 37 idosos, com faixa etária entre 60 e 100 anos, residentes na Instituição, dos quais 59,5% eram mulheres. A média de idade de 84,3 (DP=10,8) anos foi maior no grupo feminino do que a observada no masculino (74,9, DP=9,1 anos). Entre as mulheres 68,2% possuíam mais de 80 anos (longevas) e entre os homens apenas 33,4%.

O tempo de residência na instituição variou entre 1 e 82 meses, sendo as médias de permanência de 24,3 e 36,7 meses entre os homens e mulheres, respectivamente, sem diferença significativa (Tabela 1). Maior peso (70,2, DP=4,3kg), altura (1,7, DP=0,1m) e CP (33,0, DP=4,4cm) foram encontrados no grupo masculino ($p < 0,001$), enquanto nenhuma outra medida antropométrica mostrou diferença entre sexo (Tabela 1). As diferenças entre ganho e perda de peso dentro do mesmo grupo ou entre os sexos não foram significantes.

Segundo a avaliação do estado nutricional pelo IMC (Tabela 2), houve maior frequência de eutrofia, tanto no grupo feminino (50,0%), quanto no masculino (40,0%), enquanto as proporções dos estados sobrepeso e baixo peso não diferen-

ciaram entre os dois grupos. Não foi observada associação entre os sexos e o IMC ($p=0,498$). Em contraste, a utilização da medida da circunferência do braço mostrou alta frequência de mulheres com desnutrição (54,6%), enquanto no grupo masculino o estado eutrófico predominou (71,4%). Resultado discrepante foi observado quando a avaliação deste risco foi realizada com a perda ponderal no intervalo de 6 meses antes medida. Esta última análise apontou risco em apenas uma mulher (cerca de 5%) e dois homens (13%).

O risco cardiovascular, a julgar pela medida de Circunferência da Cintura, esteve presente em 86,4 % das mulheres e em 57,1% dos homens, sem diferença significativa entre os dois grupos. Já a avaliação de acordo com a razão RCQ, além de também mostrar alta proporção de risco cardiovascular nos dois grupos, apontou para diferença significativa ($p<0,0001$) entre os sexos, com maior risco entre as mulheres (95,5%) quando comparado aos homens (42,9%).

A Contagem Total de Linfócitos não diagnosticou depleção imunológica grave, no entanto, depleção leve ou moderada foram observadas em 52,4% das mulheres e em 66,7% dos homens, sem diferença significativa entre os dois grupos.

A verificação do estado nutricional pelo teste MAN, Tabela 2, classificou 31,8% das mulheres como desnutridas e 50,0% em risco de desnutrição, com resultado semelhante no grupo masculino, sendo estas proporções cerca de 27 e 40,0%, respectivamente. A tendência de aumento de desnutrição e vulnerabilidade a esta com o avançar da idade, pode ser observada na Figura 1, a julgar pela avaliação do teste MAN.

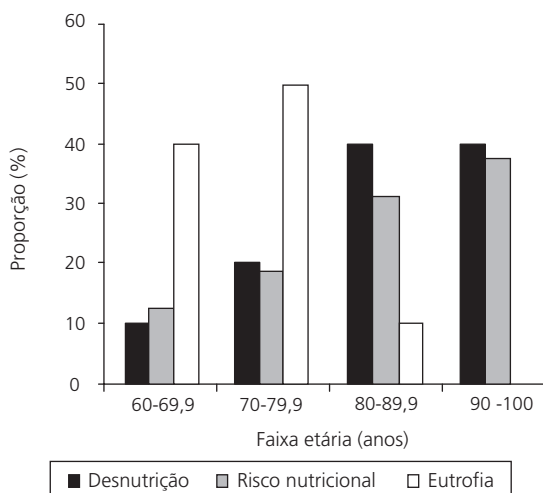


Figura 1. Distribuição percentual (%) dos diferentes estados nutricionais, de acordo com o diagnóstico pela Mini Avaliação Nutricional, quanto à faixa etária dos idosos residentes em uma instituição de longa permanência no Distrito Federal, Brasil, 2005.

Tabela 1. Características da população de idosos residentes em uma instituição de longa permanência no Distrito Federal, Brasil, 2005.

	Total		Homens		Mulheres		T*	p**
	Média	DP	Média	DP	Média	DP		
Idade (anos)	80,0	11,0	74,9	9,1	84,2	10,8	-2,74	0,0096
Peso (kg)	58,8	14,6	70,2	14,3	51,1	8,7	5,04	<0,0001
Altura (m)	1,5	0,1	1,7	0,1	1,5	0,1	7,31	<0,0001
IMC (kg/m ²)	24,5	4,3	25,4	5,1	23,8	3,6	1,22	0,2321
CP (cm)	30,9	4,1	33,0	4,4	29,5	3,3	2,69	0,0011
CC (cm)	95,3	11,8	98,2	11,5	93,4	11,8	1,20	0,2375
CQ (cm)	98,0	9,5	100,1	9,4	96,7	9,5	1,03	0,3086
RCQ	1,0	0,1	1,0	0,1	0,9	0,1	0,80	0,4288
PP (%)	3,4	4,8	4,4	5,5	2,4	4,1	0,87	0,3994
GP (%)	4,2	4,7	3,9	3,8	4,2	5,1	-0,12	0,9055
Permanência (meses)	31,7	25,2	24,3	23,1	36,7	25,9	-0,52	0,6047

IMC: índice de massa corporal; CB: circunferência do braço; CP: circunferência da panturrilha; CQ: circunferência do quadril; RCQ: razão cintura quadril; CC/CQ; PP: perda ponderal; GP: ganho ponderal; DP: desvio-padrão.

* T: valor crítico bi-caudal pelo teste-t de duas amostras presumindo variâncias diferentes ;**P: valor de p encontrado.

Tabela 2. Classificação nutricional segundo diferentes instrumentos e critérios de idosos residentes em uma instituição de longa permanência no Distrito Federal, Brasil, 2005.

Parâmetro	Classificação	Feminino		Masculino		Total	
		n	%	n	%	n	%
IMC	Baixo peso	6 ^a	27,3	4 ^a	26,7	10	27,0
	Eutrofia	11 ^a	50,0	6 ^a	40,0	17	45,9
	Sobrepeso	5 ^a	22,7	5 ^a	33,3	10	27,0
Circunferência do braço (CB)*	Desnutrição	12 ^a	54,6	1 ^b	7,1	13	36,1
	Eutrofia	7 ^a	31,8	10 ^b	71,5	17	42,3
	Sobrepeso	2 ^a	9,1	1 ^a	7,1	3	8,3
	Obesidade	1 ^a	4,5	2 ^b	14,3	3	8,3
Circunferência da cintura (CC)*	Sem Risco	3 ^a	13,6	6 ^a	42,9	9	25,0
	Risco	19 ^a	86,4	8 ^a	57,1	27	75,0
Perda de peso (PP)	Sem risco	21 ^a	95,4	13 ^a	86,6	34	91,9
	Risco moderado	0 ^a	0,0	1 ^a	6,7	1	27,1
	Risco grave	1 ^a	4,6	1 ^a	6,7	2	5,4
Razão cintura quadril (RCQ: CC/CQ)*	Risco baixo	0 ^a	0,0	1 ^b	7,1	1	2,8
	Risco moderado	1 ^a	4,6	7 ^b	50,0	8	22,2
	Risco alto	21 ^a	95,4	6 ^b	42,9	27	75,0
Contagem total de linfócitos (CTL)**	Normal	10 ^a	47,3	5 ^a	33,3	15	41,7
	Depleção leve	8 ^a	8,1	7 ^a	46,7	15	41,7
	Depleção moderada	3 ^a	14,3	3 ^a	20,0	6	16,6
	Depleção grave	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Teste MAN	Desnutrição	7 ^a	(31,8)	4 ^a	26,7	11	29,7
	Risco desnutrição	11 ^a	(50,0)	6 ^a	40,0	17	46,0
	Normal	4 ^a	(18,2)	5 ^a	33,3	9	24,3

Valores, na mesma coluna dentro de um mesmo parâmetro, com sobrescrito de letra diferente são estatisticamente diferentes ($p < 0,05$).

IMC: baixo peso: $IMC \leq 22 \text{ kg/m}^2$; eutrofia: $22 < IMC \leq 27 \text{ kg/m}^2$; sobrepeso: $> 27 \text{ kg/m}^2$.

CB-desnutrição: (grave+moderada+leve), desnutrição grave $< 70\%$; desnutrição moderada 70-80%; desnutrição leve 80-90%; eutrofia 90-110%; sobrepeso 110-120%; obesidade $> 120\%$, segundo equação de Frisancho (1974).

CC: risco $\geq 80 \text{ cm}$ para mulheres e $CC \geq 94 \text{ cm}$ para homens.

PP: sem risco: $< 5\%$; risco moderado: $5 \leq PP < 10\%$ e risco grave $\geq 10\%$.

RCQ: homens: risco baixo: $< 0,91$; moderado: $0,91 \leq RCQ \leq 0,98$ e alto $> 0,99$. Mulheres: risco baixo $< 0,76$; moderado: $0,76 \leq RCQ \leq 0,83$ e alto $> 0,84$.

CTL: normal: número de linfócitos > 2000 ; depleção imunológica leve: entre 1200-2000; depleção imunológica moderada: entre 800-1199; e depleção imunológica grave: $< 800/\text{mm}^3$.

MAN: desnutrição < 17 pontos; risco: 17 a 23,5 pontos; normal: pontos na triagem ≥ 12 ou após avaliação global ≥ 24 pontos.

* Exclusão de um idoso com CB: com edema em membro superior; CC: com ascite;

** Exclusão de um idoso por não concordância familiar em retirar amostra sanguínea para análise.

Tabela 3. Distribuição percentual do estado nutricional deficiente de idosos residentes em uma instituição de longa permanência no Distrito Federal, Brasil, 2005: comparação de dois critérios.

Critério	Estado nutricional	Feminino		Masculino		Total	
		n	%	n	%	n	%
MAN	Deficiente*	18	64,3	10	35,7	28	75,7
	Eutrofia	4	44,4	5	55,6	9	24,3
Antropométrico	Deficiente**	18	58,1	13	41,9	31	83,8
	Eutrofia	4	66,7	2	33,3	6	16,2

* Pelo teste MAN (Mini Avaliação Percentual): somatório das proporções de desnutrição e risco de desnutrição.

** Presença de um ou mais índices antropométricos (IMC: índice de massa corporal; CB: circunferência do braço, PP: perda ponderal) abaixo da normalidade.

O presente estudo, com fins comparativos, definiu como estado nutricional insatisfatório ou deficiente do idoso, a presença de, pelo menos, um dos índices antropométricos abaixo da normalidade, obtendo-se por este critério uma proporção de 83,8%. A comparação deste resultado (Tabela 3) com o somatório das proporções, no teste MAN, que também refletem estado nutricional deficiente (desnutrição + risco de desnutrição) não mostrou diferença significativa (75,7%).

Quanto aos tipos de medicamentos utilizados, não houve diferença entre o grupo feminino e masculino, sendo observadas as médias de 4,6, (DP=2,3) e 4,4, (DP=1,5) tipos/dia, respectivamente. Em relação à quantidade de medicamentos também não houve diferença, o uso médio foi de 6,6, (DP=2,9) medicamentos/dia entre homens e de 5,6, (DP=2,6) entre as mulheres.

Os medicamentos mais freqüentes utilizados pelos idosos foram: anti-hipertensivos (48,64%), antidepressivos (35,13%), analgésicos (32,43%) e antipsicóticos (29,72%), percentuais compatíveis com as morbidades mais freqüentes na faixa etária sob estudo^{1,10}. Dentre os efeitos colaterais possíveis causados por estes medicamentos, as alterações no trato gastrointestinal foram as mais freqüentes (88,2%), seguidas de efeitos anoréxicos (62,2%) e de alteração na absorção de nutrientes no organismo (56,7%).

DISCUSSÃO

O estudo envolveu um número maior de participantes do sexo feminino (59,5%), diferença compatível com a distribuição brasileira entre os indivíduos acima de 60 anos, composta por 55,1% de mulheres¹⁵. Também de forma compatível com o referido inquérito, os idosos residentes na instituição foram mulheres com idade mais avançada do que o grupo masculino. Neste último grupo, os maiores valores de peso e estatura encontrados eram esperados, por ser inerente ao organismo masculino um maior aporte corporal^{10,16}.

De acordo com o exame do valor médio de IMC da população idosa residente na instituição

(24,4kg/m²), foi encontrada concordância com o relatado na literatura para idosos da mesma faixa etária em diferentes países¹⁷⁻²⁰, isto é, entre 22,9 e 26,3kg/m². O uso do IMC como um indicador do estado nutricional é comum por sua facilidade de aplicação, baixo custo e pequena variação intra ou intermedidor. Todavia, como indicador de risco nutricional do idoso existe o questionamento de que este índice não reflita a distribuição de gordura no organismo^{21,22}. Além disso, inexistente um consenso sobre os valores de cortes apropriados para o diagnóstico de sobrepeso e baixo peso na faixa etária analisada, o que limita a comparação do estado nutricional de diferentes estudos^{10,22}.

Uma vez que o IMC e o peso corporal aumentam com a idade, enquanto a estatura e a quantidade de massa magra diminuem²², no presente estudo foram utilizados os valores classificatórios de IMC adotados pelo Ministério da Saúde-MS⁸, identificando-se 27,0% de idosos com baixo peso (27,3% de homens e 26,7% de mulheres), proporção superior àquelas encontradas por Martins *et al.*²³, com a mesma classificação, de, aproximadamente, 8,0% (n=33) e 15,0% (n=183), respectivamente. Rolland-Cachera *et al.*²⁴ encontraram um aumento de IMC até a idade de 65 anos, com diminuição posterior. A população do presente estudo, em sua maioria, foi constituída por indivíduos acima de 80 anos (54,0%), o que justifica a alta freqüência de baixo peso. Contudo, esta observação evoca cuidados considerando que os indivíduos senescentes são mais vulneráveis à desnutrição²² e ao risco de mortalidade²⁵.

Assim como o baixo peso, a ocorrência de sobrepeso tem merecido atenção por refletir riscos de doenças crônicas, dentre as mais freqüentes as cardiovasculares, o *diabetes mellitus* e a hipertensão arterial. Neste estudo, de acordo com o IMC, foram identificados 33,3% de homens e 22,7% de mulheres com sobrepeso, percentuais semelhantes ao observado (34,0%) em idosos (n=55) do Município de Cotia, área metropolitana do Estado de São Paulo²³.

A Pesquisa Nacional sobre Saúde e Nutrição (PNSN)²⁶ detectou que em indivíduos acima

de 65 anos, o sobrepeso e a obesidade foram mais frequentes entre mulheres, sem diferença entre sexo, quando analisado o baixo peso. No presente estudo não foi observada diferença entre os sexos nas três classificações do estado nutricional pelo IMC, no entanto, os pontos de corte utilizados foram maiores. A PNSN encontrou 20,7% de baixo peso entre homens acima de 65 anos e 17,0% entre mulheres. Limites de IMC maiores, como os do Ministério da Saúde⁸ podem levar à observação de maior frequência, como, de fato, foi encontrado no presente estudo (27,3% para homens e 26,7% para mulheres).

A avaliação dos idosos pela medida da Circunferência de Cintura diagnosticou, de forma alarmante, risco para doenças crônicas em 75% dos idosos, semelhante à frequência deste mesmo risco utilizando a razão cintura quadril. Apenas esta última medida constatou diferença entre sexo ($p < 0,0001$), o que sugere que o sexo feminino apresenta maior acúmulo de gordura abdominal²⁷ e maior vulnerabilidade aos processos mórbidos conseqüentes¹⁰.

O valor médio de Circunferência do Braço de toda a população estudada (27,3cm) foi compatível com a faixa de valores de 22,9 a 27,5cm descrita em idosos institucionalizados¹⁸⁻²⁰. No entanto não foi observado, por este índice, maior acúmulo de gordura subcutânea¹⁰ no sexo feminino.

Para o idoso institucionalizado, Payette & Gray-Donald²⁸ consideraram que uma perda ponderal igual ou superior a 5kg pode ser importante preditor de risco nutricional, embora esses autores reconheçam que são necessários estudos para esclarecer se o perder peso é um marcador nutricional do idoso ou uma causa da sua institucionalização. O fato de a Instituição sob estudo ter uma nutricionista que elabora o cardápio semanal, aferindo periodicamente o peso e tomando providências individuais, quando detectado desvio de ingestão alimentar, pode explicar o achado de que a maioria (91,9%) não apresentou risco nutricional, considerando a perda de peso nos 6 meses que antecederam este estudo.

A Contagem Total de Linfócitos esteve abaixo do adequado na maioria dos idosos (58,3%), possivelmente esta depleção imunológica esteve relacionada a doenças comuns nesta faixa etária e ao uso de múltiplos medicamentos.

A partir da Mini Avaliação Nutricional se diagnosticou, entre os 37 participantes do estudo, 11 idosos desnutridos (29,7%) e 17 em risco de desnutrição (45,9%), proporção esta inferior à incidência de 36,0% de desnutridos, observada por Saletti *et al.*²⁹, em estudo utilizando o mesmo instrumento com população idosa (n=994) residente em diferentes instituições suecas. Ruiz-López *et al.*³⁰ avaliaram quais os fatores de risco contidos no questionário MAN que contribuiriam para a detecção de risco de má nutrição em idosos institucionalizados. Os autores aplicaram o MAN em 89 mulheres (72-98 anos), em instituição de regime privado e, ao analisarem as quatro seções deste teste (avaliação antropométrica, global - estilo de vida, dietética e auto percepção da saúde e nutrição - subjetiva), observaram que a alta proporção de risco de desnutrição esteve, principalmente, relacionada a fatores ligados ao inadequado estilo de vida.

Os instrumentos descritos e discutidos são essenciais para o diagnóstico do estado nutricional do idoso, e agrupá-los e interpretá-los de forma conjunta ainda é um grande desafio para a ciência da nutrição. De fato, além da ausência de consenso sobre os parâmetros classificatórios de cada método, são escassos os relatos que projetam um diagnóstico convergente para o estado e o risco nutricional. A maioria dos estudos descreve apenas os resultados antropométricos ou bioquímicos de forma isolada. O presente estudo com fins comparativos interpretou como risco nutricional o achado de, pelo menos, um índice antropométrico abaixo da normalidade, comparando este resultado com o diagnóstico de risco nutricional pela MAN (desnutrição + risco de desnutrição). Esta comparação resultou em proporções sem diferença significativa ($p < 0,4382$), isto é, risco nutricional de 75,7% com a MAN e de 83,8% com os índices antropométricos.

Embora o presente estudo tenha considerado uma população de número restrito e ainda de uma única instituição, que limita a extrapolação dos resultados para a população geriátrica institucionalizada no DF, a observação de uma maioria significativa de idosos com desnutrição e risco nutricional, a julgar tanto por indicadores antropométricos, quanto pelo teste Mini Avaliação Nutricional, indica a necessidade de acompanhamento sistemático do estado nutricional em instituições geriátricas por instrumentos eficientes e de fácil execução.

COLABORADORES

L.N. FÉLIX foi responsável pela revisão bibliográfica, pela coleta e análise dos dados, bem como pela redação da dissertação de mestrado. E.M.T. SOUZA orientou e supervisionou tecnicamente cada uma das etapas inerentes ao desenvolvimento da dissertação de mestrado.

REFERÊNCIAS

- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Departamento de População e Indicadores Sociais. Perfil dos idosos responsáveis pelos domicílios no Brasil 2000. Rio de Janeiro; 2002.
- Guigoz Y, Vellas B, Garry PJ. Assessing the nutrition status of the elderly: the mini nutritional assessment as part of the geriatric evaluation. *Nutr Rev*. 1996; 54(1 PT2):S59-65.
- Sampaio LR, Figueiredo VC. Correlação entre o índice de massa corporal e os indicadores antropométricos de distribuição de gordura corporal em adultos e idosos. *Rev Nutr*. 2005;18(1):53-61
- Guigoz Y, Lauque S, Vellas B. Identifying the elderly at risk for malnutrition. The mini nutritional assessment. *Clin Geriatr Med*. 2002; 18(4):737-57.
- Gray DS, Crider JB, Kelley C, Dickinson LC. Accuracy of recumbent height measurement. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 1985; 9(6):712-5.
- Riela MC, Martins C. Nutrição e o rim. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001.
- Lipschitz DA. Screening for nutritional status in the elderly. *Prim Care*. 1994; 21(1): 55-67.
- Brasil. Ministério da Saúde. SISVAN - Vigilância alimentar e nutricional. Orientações básicas para coleta, processamento e análise de dados e informação em serviços de saúde. Brasília: Ministério da Saúde; 2004.
- Frisancho AR. Triceps skin fold and upper arm muscle size norms for assessment of nutritional status. *Am J Clin Nutr*. 1974; 27(10):1052-8.
- Marucci MFN, Barbosa AR. Estado nutricional e capacidade física. In: Lebrão ML, Duarte YAO, organizadores. O Projeto SABE no município de São Paulo: uma abordagem inicial. Brasília: OPAS; 2003. p.95-117.
- Blackburn GL, Thornton PA. Nutritional assessment of the hospitalized patient. *Med Clin North Am*. 1979; 63(5):1103-15.
- World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva: WHO; 1995. Report of the WHO Expert Committee WHO Technical Report Series, 854.
- Lohman TG, Roche AE, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Illinois: Human Kinetics Book; 1988.
- World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Geneva: WHO; 1997.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico 2000: características gerais da população Brasil 2000. Rio de Janeiro: IBGE; 2003.
- Barbosa AR, Souza JMP, Lebrão ML, Laurenti R, Marucci MFN. Anthropometry of elderly residents in the city of São Paulo, Brazil. *Cad Saúde Pública*. 2005; 21(6):1929-38.
- Ortega RM, Garrido G, Turrero E, Chamorro M, Albo ED, Andres P. Valoración antropométrica del estado nutricional de um colectivo de ancianos de Madrid. *Arch Latinoamer Nutr*. 1992; 42:26-35.
- Delarue J, Constans T, Malvy D, Pradignac A, Couet C, Lamisse F. Anthropometric values in an elderly French population. *Br J Nutr*. 1994; 71(2):295-302.
- Barclay DV, Heredia L, Gil-Ramos J, Montalvo MM, Lozano R, Mena M, et al. Nutritional status of institutionalized elderly in Ecuador. *Arch Lat Am Nutr*. 1996; 46(2):122-7.
- Peña PE, Solano LR, Portillo Z, Rodriguez LM. Estado nutricional de adultos maiores institucionalizados. *Arch Lat Am Nutr*. 1998; 48(2):104-11.
- Perissinotto E, Pisent C, Sergi G, Grigoletto F, Enzi G. Anthropometric measurements in the elderly: age and gender differences. *Br J Nutr*. 2002; 87(2): 177-86.
- Cervi A, Franceschini SCC, Priore SE. Análise crítica do uso de massa corporal para idosos. *Rev Nutr*. 2005; 18(6):765-75.
- Martins IS, Velásquez-Meléndez G, Cervato AM. Estado nutricional de grupamentos sociais da área

- metropolitana de São Paulo, Brasil. Cad Saúde Pública. 1999; 15(1):71-8.
24. Rolland-Cachera MF, Cole TJ, Sempé M, Ticket J, Rossignol C, Charraud A, *et al.* Body mass index variations: centiles from birth to 87 years. Eur J Clin Nutr (London). 1991; 45(1):13-21.
25. Landi F, Zuccalà G, Gambassi G, Incalzi RA, Manigrasso L, Pagano F, *et al.* Body mass index and mortality among older people living in the community. *In*: Otero UB, Rozenfeld S, Gadelha AMJ, Carvalho MS. Mortalidade por desnutrição em idosos, região Sudeste do Brasil, 1980-1997. Rev Saúde Pública 2002; 36(2):141-8.
26. Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição. Condições nutricionais da população brasileira: adultos e idosos. Brasília: INAN; 1991.
27. Cabrera MAS, Jacob Filho W. Obesidade em idosos: prevalência, distribuição e associação com hábitos e morbidades. Arq Bras Endocrinol Metabol. 2001; 45(5):494-501.
28. Payette H, Gray-Donald K. Dietary intake and biochemical indices of nutritional status in an elderly population, with estimates of the precision of the 7-d food record. Am J Clin Nutr. 1991; 54(3): 478-88.
29. Saletti A, Lindgren EY, Johansson L, Cederholm T. Nutritional status according to mini nutritional assessment in an institutionalized elderly population in Sweden. Gerontology. 2000; 46(3): 139-45.
30. Ruiz-López MD, Artacho R, Oliva P, Moreno-Torres R, Bolanos J, Teresa C, *et al.* Nutritional risk in institutionalized older women determined by the mini nutritional assessment test: what are the main factors? Nutrition. 2003; 19(9):767-71.

Recebido em: 26/4/2007

Versão final reapresentada em: 13/4/2009

Aprovado em: 23/4/2009

Avaliação da aplicabilidade de fórmulas preditivas de peso e estatura em homens adultos¹

Assessment of equations that estimate weight and height in adult men

Fabiane Aparecida Canaan REZENDE²

Lina Enriqueta Frandsen Paez Lima ROSADO³

Sylvia do Carmo Castro FRANCESCHINNI³

Gilberto Paixão ROSADO³

Rita de Cássia Lanes RIBEIRO³

RESUMO

Objetivo

Avaliar a validade de fórmulas preditivas de peso e de altura, bem como a composição corporal em homens adultos.

Métodos

A amostra constituiu-se de 98 homens saudáveis, com idades entre 20 e 58 anos. Para a análise das equações de estimativa de peso e altura, coletaram-se dados de peso, altura, altura do joelho, envergadura, semi-envergadura, circunferências da panturrilha e do braço e dobra cutânea subescapular. Avaliou-se a composição corporal por meio de bioimpedância elétrica.

Resultados

O peso estimado diferiu significativamente do peso aferido ($p < 0,001$). Apenas a equação de estimativa de altura validada para homens brancos adultos, mostrou-se adequada para estimar a altura. Tanto a medida de envergadura ($r = 0,789$; $d = 2,67$; $p < 0,001$) quanto a de semi-envergadura ($r = 0,790$; $d = 2,51$; $p < 0,001$) resultaram em superestimação da altura aferida. Ao calcular o índice de massa corporal, pelo peso e altura estimados por medidas recumbentes, verificou-se que a maioria dos valores estimados superestimou o baixo peso e subestimou o sobrepeso, exceto quando a altura foi estimada pelas equações propostas para homens adultos.

¹ Artigo elaborado a partir da dissertação de F.A.C. REZENDE, intitulada "Comparação de métodos para estimativa de peso, altura e composição corporal de homens adultos". Universidade Federal de Viçosa; 2006.

² Universidade Federal do Mato Grosso, Faculdade de Nutrição. Av. Fernando Corrêa da Costa, s/n., Coxipó, 78060-900, Cuiabá, MT, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: F.A.C. REZENDE. E-mail: <fcrezen@ufmt.br>.

³ Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Nutrição e Saúde. Viçosa, MG, Brasil.

Conclusão

A equação de estimativa de altura validada para homens brancos adultos foi adequada para a estimativa da estatura em homens adultos jovens e observou-se que a maioria das equações avaliadas apresentaram diferenças significantes. Ressalta-se a importância da validação das equações aqui avaliadas em outros grupos populacionais, além de cautela ao utilizar peso e altura estimados.

Termos de indexação: Adulto. Antropometria. Composição corporal. Pesos e medidas corporais.

ABSTRACT

Objective

The objective of this study was to evaluate the validity of equations that predict weight, height and body composition in adult men.

Methods

The sample consisted of 98 healthy men aged from 20 to 58 years. In order to analyze the equations, weight, height, knee height, arm span, half-arm span, calf and arm circumference and subscapular skinfold thickness were collected. Body composition was determined by bioimpedance.

Results

Estimated weights were significantly different from measured weights ($p < 0.001$). The only equation that estimated height properly was that validated for adult Caucasian men. Both arm span ($r = 0.789$; $d = 2.67$; $p < 0.001$) and half-arm span ($r = 0.790$; $d = 2.51$; $p < 0.001$) overestimated height. When weight and height estimates were used to calculate body mass index, underweight was overestimated and overweight was underestimated, except when height was estimated with the equations for adult Caucasian men.

Conclusion

The equation to estimate height validated for adult Caucasian men estimated the height of adult young men properly; the other validated equations presented significant differences. It is important to validate the equations assessed in this study in other population groups, making sure to use the estimated weights and heights to calculate body mass index.

Indexing terms: Anthropometry. Adult. Body weights and measures. Body composition.

INTRODUÇÃO

Atualmente, observa-se que as alterações do estado nutricional, principalmente em pacientes hospitalizados, comprometem a imunidade e a capacidade funcional, interferindo de maneira negativa na recuperação dos mesmos¹. Para a oferta de um suporte nutricional adequado a avaliação do estado nutricional é imprescindível, sendo importante que o profissional tenha acesso a técnicas rápidas e de baixo custo e a métodos precisos que forneçam um diagnóstico confiável.

O Índice de Massa Corporal (IMC) é um indicador amplamente utilizado na avaliação do estado nutricional de indivíduos, e é obtido pelo peso dividido pelo quadrado da altura em metros. Vários estudos têm demonstrado a associação

entre IMC e mortalidade e também que, a partir de valores extremos, IMC muito baixo ou muito elevado, a mortalidade é aumentada²⁻⁵.

A avaliação do IMC é necessária para o diagnóstico nutricional, a escolha de medidas terapêuticas e a monitorização do estado de saúde de indivíduos, principalmente daqueles hospitalizados. Considerando a importância do peso e da altura na avaliação do estado de saúde de um indivíduo, medidas recumbentes são frequentemente utilizadas na estimativa tanto de peso quanto estatura, quando certas condições impedem a obtenção desses valores. É o caso de pacientes que não deambulam ou que possuem algum tipo de problema relacionado à estrutura óssea, como encurtamento de vértebras, osteoporose e cifose⁶.

O peso é de grande importância na prática clínica devido à sua utilização na avaliação do gasto energético e à sua associação à morbimortalidade. A porcentagem de perda ponderal e a velocidade desta perda podem indicar a gravidade de uma doença e as chances de mortalidade de um indivíduo⁷⁻¹⁰.

As fórmulas preditivas de peso e de altura, normalmente utilizadas na prática clínica, são baseadas em medidas recumbentes, tais como circunferência do braço e da panturrilha, dobra cutânea subescapular, altura do joelho, envergadura e semi-envergadura^{6,11,12}. Contudo, muitos cuidados devem ser tomados na obtenção e na interpretação dessas medidas, já que fatores como obesidade, edema e desidratação podem comprometer a sua validade.

Ao considerar que pode ser impossível obter o peso e altura em indivíduos adultos, acometidos por doenças, e que são valores essenciais na avaliação do estado nutricional, este estudo avaliou a validade de fórmulas preditivas de peso e de altura e a composição corporal em homens adultos.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo epidemiológico, de caráter transversal, realizado na Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa (MG), durante o período de fevereiro a outubro de 2005.

A amostra foi obtida por livre demanda e constituída de 98 homens, que foram selecionados segundo critérios de inclusão (sexo masculino; idade entre 20 e 60 anos e $IMC < 30 \text{ kg/m}^2$) e de exclusão (doenças crônicas auto-relatadas, como hipertensão e diabetes; anasarca e edema periférico; indivíduos em diálise; uso de medicamentos que pudessem afetar a composição corporal, como diuréticos, corticosteróides, β -bloqueadores; e amputação ou paralisia de membros).

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFV e todos os indivíduos

foram esclarecidos sobre os procedimentos da coleta antes de assinarem o Termo de Consentimento, protocolo nº 40503352932.

Todas as avaliações foram realizadas pela manhã. Foram recomendados aos voluntários: jejum alimentar de 10 horas, jejum de bebida alcoólica de 24 horas e a não prática de atividade física por 24 horas.

A avaliação antropométrica incluiu peso, altura, altura do joelho, envergadura e semi-envergadura, circunferências da panturrilha, do braço e da cintura e dobra cutânea subescapular. O peso foi aferido em balança digital com capacidade máxima de 150kg e divisão de 100g, segundo as normas preconizadas por Jelliffe¹³, com os indivíduos descalços e usando apenas um short. A altura foi aferida com estadiômetro fixo a uma parede sem rodapé, com extensão de 2,00m, dividido em centímetros e subdividido em milímetros, com visor de plástico e esquadro acoplado a uma das extremidades, segundo as normas preconizadas por Jelliffe¹³. O IMC foi calculado tanto com o peso e altura reais, quanto com as medidas estimadas, pela fórmula: $IMC = \text{Peso (kg)} / \text{Altura (m)}^2$ e a classificação do estado nutricional foi feita segundo os pontos de corte preconizados pela Organização Mundial de Saúde (WHO)¹⁴. A circunferência da cintura foi aferida com fita flexível e inelástica ao redor da cintura normal ou na menor curvatura localizada entre as costelas e a crista ilíaca, mantendo-a justa, sem comprimir os tecidos. Considerou-se obesidade abdominal quando a circunferência da cintura foi maior ou igual a 94cm¹⁴.

A altura do joelho foi medida na perna esquerda, formando um ângulo de 90° com o joelho e o tornozelo, e com o indivíduo na posição supina⁶. Utilizou-se um paquímetro, contendo uma régua fixa com sensibilidade de 0,1cm, constituído por uma parte fixa, que foi posicionada na superfície plantar do pé (calcanhar) e uma parte móvel, que foi pressionada sobre a cabeça da patela (rótula). A altura do joelho (AJ) foi calculada a partir das seguintes fórmulas para estimar a estatura:

*Chumlea et al.*⁶ - Idosos

Altura 1 (A_1) = $(2,02 \times AJ) - (0,04 \times \text{idade}) + 64,19$

*Chumlea et al.*¹¹ - Adultos

Etnia negra: Altura 2 (A_2) = $73,42 + (1,79 \times \text{altura do joelho})$

Etnia branca: Altura 3 (A_3) = $71,85 + (1,88 \times \text{altura do joelho})$

A envergadura ou o comprimento dos braços compreendeu a distância entre as falanges distais dos dedos médios e foi obtida com os braços formando um ângulo de 90° em relação ao tronco (Altura 4: A_4). A semi-envergadura correspondeu à distância entre o esterno e a falange distal do dedo médio esquerdo (Altura 5: A_5), passando uma fita métrica flexível e inelástica paralelamente à clavícula. A medida total da envergadura e o dobro da medida da semi-envergadura corresponderam à estimativa da altura¹².

As circunferências foram obtidas segundo as técnicas propostas por Callaway *et al.*¹⁵. A circunferência do braço foi medida no braço não dominante, no ponto médio entre o acrômio e o olécrano, e a da panturrilha no perímetro máximo do músculo da panturrilha da perna esquerda, formando um ângulo de 90° com o joelho e o tornozelo, com o indivíduo sentado e a perna relaxada.

A dobra cutânea subescapular foi obtida pela média de três medidas realizadas por um mesmo avaliador, com um compasso da marca Lange, no lado direito obliquamente ao eixo longitudinal do corpo, logo abaixo do ângulo inferior da escápula¹⁶.

Para estimar o peso, foram medidas a Circunferência da Panturrilha (CPA), a Circunferência do Braço (CB), a Altura do Joelho (AJ) e a Dobra Cutânea Subescapular (DSE), utilizando a seguinte fórmula⁶:

Peso (P_E) = $(0,98 \times CPA) + (1,16 \times AJ) + (1,73 \times CB) + (0,37 \times DSE) - 81,69$

A composição corporal foi avaliada pelo método de bioimpedância elétrica tetrapolar, com o aparelho *Biodynamics*[®] modelo 310. Apesar de

o fabricante recomendar 4 horas de jejum, foram solicitadas 10 horas, segundo recomendações de Slinde & Rossander-Hulthén¹⁷. Os indivíduos foram previamente orientados a não realizar exercícios físicos e a não consumir bebidas alcoólicas nas 24 horas anteriores ao teste e urinar 30 minutos antes.

A análise de bioimpedância elétrica tetrapolar (BIA) foi realizada com o indivíduo deitado sobre uma superfície não condutora, na posição supina, com braços e pernas abduzidos a 45°, a partir do corpo. Imediatamente antes da colocação dos eletrodos, as áreas de contato foram limpas com álcool. Um eletrodo emissor foi colocado próximo à articulação metacarpo-falange da superfície dorsal da mão direita e o outro distal do arco transversal da superfície superior do pé direito. Um eletrodo detector foi colocado entre as proeminências distais do rádio e da ulna do punho direito e o outro, entre os maléolos medial e lateral do tornozelo direito, de acordo com as instruções do manual do fabricante.

Os dados obtidos foram analisados no programa *SPSS for Windows* versão 10.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Todas as variáveis foram testadas quanto à sua normalidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Com as variáveis que apresentaram distribuição normal, utilizaram-se o coeficiente de correlação de Pearson e o teste *t* pareado. Quando as variáveis não apresentaram distribuição normal, foram utilizados o coeficiente de correlação de Spearman e o teste de Wilcoxon. Adotou-se como nível de significância estatística o valor de *p* menor que 0,05.

RESULTADOS

A amostra do estudo constituiu-se de 98 homens adultos e a idade média foi de 33,33 anos, indicando que ocorreu predomínio de adultos jovens. Observou-se ainda a presença de indivíduos com sobrepeso, já que o IMC variou entre 17,32 e 29,67 kg/m² e com obesidade abdominal, pois a circunferência da cintura variou entre 65,2 e 106,8 cm (Tabela 1).

Com relação às medidas antropométricas, verificou-se que a altura do joelho apresentou alta correlação com a altura; as circunferências da panturrilha e do braço apresentaram boa correlação com o peso aferido (P_A), e a dobra cutânea subescapular se correlacionou mais com a massa de gordura determinada por bioimpedância elétrica (BIA) e IMC (Tabela 2).

As correlações entre o peso e a altura aferidos e estimados foram boas e significantes, sendo A_2 e A_3 baseadas na altura estimada pelas equações propostas para adultos negros e brancos as mais fortes. Observou-se também que o peso estimado (P_E) diferiu significativamente do peso aferido (P_A). Os valores de altura estimados também diferiram significativamente da altura aferida, com exceção da altura estimada pela equação

de Chumlea *et al.*¹¹, proposta para adultos da etnia branca (A_3), que apresentou diferença média próxima de zero. Tanto a medida de envergadura quanto a semi-envergadura resultaram em superestimação da altura aferida, enquanto as outras duas equações (A_1 e A_2), que utilizam a medida da altura do joelho, resultaram em subestimação (Tabela 3).

Com relação à utilização de peso e/ou altura estimados na obtenção do IMC, observou-se que a maioria das estimativas diferiram significativamente do IMC real, com exceção do IMC 8 e do IMC 10, obtidos a partir do peso aferido e do peso estimado, respectivamente, e da altura 3 (A_3) estimada pela equação de Chumlea *et al.*¹¹ para homens adultos brancos (Tabela 4).

Tabela 1. Caracterização de homens adultos, segundo a idade e parâmetros antropométricos. Viçosa (MG), 2005.

Variáveis	Média	DP	Mediana	Mínimo – Máximo
Idade (anos) [#]	33,33	10,76	29,50	20,00 – 58,00
Peso aferido (kg)	73,83	9,67	73,45	54,40 – 96,40
Estatura aferida (cm)	174,94	5,58	175,00	161,80 – 188,20
CC (cm)	84,76	9,54	84,50	65,20 – 106,80
IMC real (kg/m ²)	24,10	2,81	23,99	17,32 – 29,67
AJ (cm)	54,70	2,32	54,20	48,40 – 60,60
Enverg (cm)	177,62	6,89	177,05	161,80 – 194,40
SEM (cm)	88,73	3,57	88,50	80,50 – 97,50
CB (cm)	30,98	2,74	31,20	23,60 – 37,20
CPA (cm) [#]	37,90	3,83	38,00	32,00 – 65,40
DSE (mm)	18,29	6,16	17,58	5,00 – 33,66

DP: desvio-padrão; CC: circunferência da cintura; AJ: altura do joelho; Enverg: envergadura; SEM: semi-envergadura; CB: circunferência do braço; CPA: circunferência da panturrilha; DSE: dobra cutânea subescapular.

[#]Não apresentou distribuição normal.

Tabela 2. Correlação entre medidas utilizadas por Chumlea *et al.*^{6, 11} nas equações preditivas de peso e altura e indicadores do estado nutricional em homens adultos. Viçosa (MG), 2005.

Variáveis	CPA [#]	CB	DSE	AJ
Peso	0,767**	0,819 ^{b*}	0,468 ^{b*}	0,598 ^{b*}
Altura	0,336**	0,219 ^{b***b}	-0,170 ^{b***}	0,828 ^{b*}
IMC	0,678**	0,799 ^{b*}	0,623 ^{b*}	0,212 ^{b**}
MMBIA	0,752**	0,749 ^{b*}	0,187 ^{b***}	0,661 ^{b*}
%GCBIA [#]	0,279**	0,428 ^{a*}	0,636 ^{a*}	0,099 ^{a***}

CPA: circunferência da panturrilha; CB: circunferência do braço; DSE: dobra cutânea subescapular; AJ: altura do joelho; IMC: índice de massa corporal; MMBIA: massa magra (kg) obtida por BIA; %GCBIA: percentual de gordura corporal obtido por BIA. [#]Não apresentou distribuição normal.

* $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; *** $p > 0,05$; ^aCoefficiente de Correlação de Spearman; ^bCoefficiente de Correlação de Pearson.

Tabela 3. Comparação entre as médias e correlação de peso e de altura reais com peso e altura estimados em homens adultos. Viçosa (MG), 2005.

Variáveis		M	DP	Md	Diferença média	IC (95%)	r
Peso (kg)	Aferido	73,83	9,67	73,45	-	-	-
	Estimado	79,29	9,58	72,18 ^{a*}	-	-	0,849 ^{c*}
Altura (cm)	Aferida	174,94	5,58	175,00	-	-	-
	Altura 1	173,35	4,72 ^b	172,10	-1,59 [*]	-2,21 – -0,97	0,790 ^{d*}
	Altura 2	171,33	4,16 ^b	170,43	-3,61 ^{**}	-2,97 – -4,24	0,828 ^{c*}
	Altura 3	174,68	4,37 ^b	173,74	-0,26	-0,88 – -0,37	0,828 ^{c*}
	Altura 4	177,62	6,89 ^b	177,05	+2,67 [*]	1,82 – 3,52	0,789 ^{c*}
	Altura 5	177,46	7,14 ^b	177,00	+2,51 [*]	1,64 – 3,38	0,826 ^{d*}

M: média; DP: desvio-padrão; Md: mediana; IC: intervalo de confiança; r: coeficiente de correlação; Altura 1 (A_1) = $(2,02 \times AJ) - (0,04 \times idade) + 64,19$; Altura 2 (A_2) = $73,42 + (1,79 \times \text{altura do joelho})$; Altura 3 (A_3) = $71,85 + (1,88 \times \text{altura do joelho})$; Altura 4 (A_4) = envergadura; Altura 5 (A_5) = semi-envergadura x 2; ^aTeste de Wilcoxon. ^bTeste t pareado; ^cCorrelação de Pearson; ^dCorrelação de Spearman; * $p < 0,001$; ** $p < 0,05$.

Tabela 4. Teste de comparação de médias entre valores de índice de massa corporal real e índice de massa corporal estimado por medidas recumbentes em homens adultos. Viçosa (MG), 2005.

Variáveis	M	DP (kg/m ²)	Diferença média ¹	IC (95%)	r
IMC Real	24,10	2,81	-	-	-
IMC 1	20,76	2,43	-3,34 [*]	-3,53 – -3,14	0,938 ^{a*}
IMC 2	21,26	2,49	-2,84 [*]	-3,04 – -2,62	0,928 ^{a*}
IMC 3	20,78	2,44	-3,31 [*]	-3,51 – -3,12	0,941 ^{a*}
IMC 4	20,41	2,18	-3,68 [*]	-4,07 – -3,29	0,721 ^{a*}
IMC 5	20,90	2,17	-3,19 [*]	-3,58 – -2,80	0,728 ^{b*}
IMC 6	20,43	2,20	-3,66 [*]	-4,06 – -3,27	0,706 ^{a*}
IMC 7	25,10	2,72	0,99 [*]	0,81 – 1,17	0,950 ^{a*}
IMC 8	24,14	2,61	0,04 ^{**}	0,13 – 0,21	0,950 ^{a*}
IMC 9	24,67	2,33	0,57 [*]	0,19 – 0,95	0,745 ^{a*}
IMC 10	23,73	2,23	-0,09 ^{**}	-0,09 – 0,19	0,745 ^{a*}

M: média; DP: desvio-padrão; IC: intervalo de confiança; r: coeficiente de correlação. IMC 1 = $P_A/(A_1)^2$, IMC 2 = $P_A/(A_2)^2$, IMC 3 = $P_A/(A_3)^2$; IMC 4 = $P_E/(A_4)^2$, IMC 5 = $P_E/(A_5)^2$, IMC 6 = $P_E/(A_6)^2$, IMC 7 = $P_A/(A_7)^2$, IMC 8 = $P_A/(A_8)^2$, IMC 9 = $P_E/(A_9)^2$, IMC 10 = $P_E/(A_{10})^2$, Altura 1 (A_1) = $(2,02 \times AJ) - (0,04 \times idade) + 64,19$; Altura 2 (A_2) = $73,42 + (1,79 \times \text{altura do joelho})$; Altura 3 (A_3) = $71,85 + (1,88 \times \text{altura do joelho})$; Altura 4 (A_4) = envergadura; Altura 5 (A_5) = semi-envergadura x 2.

¹Teste t pareado; ^aCorrelação de Pearson; ^bCorrelação de Spearman; * $p < 0,001$; ** $p > 0,05$.

Realizou-se a classificação do estado nutricional pelos valores de IMC real e estimado, e verificou-se que os valores de IMC baseados na altura estimada, tanto pela medida de envergadura e de semi-envergadura quanto pela equação proposta para idosos por Chumlea *et al.*⁶, superestimaram o número de indivíduos com baixo peso e eutróficos e subestimaram o sobrepeso (Tabela 5).

Os índices de massa corporal, baseados na altura estimada pelas equações propostas para homens adultos (IMC 7, 8, 9 e 10) demonstraram-

-se mais adequados comparados aos outros, sendo que o IMC 8, baseado no peso aferido e na altura estimada pela equação para adultos brancos (A_3) apresentou melhor concordância com as porcentagens de indivíduos encontradas nas categorias do IMC real (Tabela 5).

DISCUSSÃO

Na literatura internacional, o número de estudos com adultos é relativamente pequeno. A maioria dos estudos com medidas recumbentes

Tabela 5. Porcentagem de homens adultos com baixo peso, eutrofia e sobrepeso, segundo a classificação pelo IMC real e pelos valores de IMC estimados por meio de medidas recumbentes. Viçosa (MG), 2005.

Variáveis	IMC (kg/m ²) Estado nutricional (WHO, 1998)		
	Baixo Peso <18,0	Eutrofia 18,5 – 24,99	Sobrepeso 25,0 – 29,99
IMC Real (%)	2,0	61,2	36,7
IMC 1 (%)	18,4	77,6	4,1
IMC 2 (%)	12,2	79,6	8,2
IMC 3 (%)	18,4	77,6	4,1
IMC 4 (%)	19,4	79,6	1,0
IMC 5 (%)	14,3	82,7	3,1
IMC 6 (%)	19,4	79,6	1,0
IMC 7 (%)	0,0	51,0	49,0
IMC 8 (%)	2,0	57,2	40,8
IMC 9 (%)	0,0	54,1	45,9
IMC 10 (%)	2,0	73,5	24,5

IMC: índice de massa corporal; IMC 1 = $PA/(A_1)^2$, IMC 2 = $P_e/(A_2)^2$, IMC 3 = $P_e/(A_3)^2$, IMC 4 = $P_e/(A_4)^2$, IMC 5 = $P_e/(A_5)^2$, IMC 6 = $P_e/(A_6)^2$, IMC 7 = $P_e/(A_7)^2$, IMC 8 = $P_e/(A_8)^2$, IMC 9 = $P_e/(A_9)^2$, IMC 10 = $P_e/(A_{10})^2$; Altura 1 (A_1) = $(2,02 \times AJ) - (0,04 \times idade) + 64,19$; Altura 2 (A_2) = $73,42 + (1,79 \times \text{altura do joelho})$; Altura 3 (A_3) = $71,85 + (1,88 \times \text{altura do joelho})$; Altura 4 (A_4) = envergadura; Altura (A_5) = semi-envergadura x 2.

envolve as populações infantil e idosa, e a medida antropométrica mais estudada tem sido a altura. Han & Lean¹⁸ verificaram que 95% dos erros da altura estimada pela altura do joelho foram de até 6,5cm e que a envergadura resultou em erros inaceitáveis em amostra de 78 homens e 82 mulheres, entre 17 e 70 anos, assim como no presente estudo em que a estimativa da estatura pelas medidas de envergadura e de semi-envergadura resultou em superestimação.

No Brasil, apenas Sampaio *et al.*¹⁹ investigaram a validade das equações aqui utilizadas em 75 homens adultos, constatando que as estimativas da altura fornecidas pela equação de Chumlea *et al.*⁶, proposta para idosos, diferiram significativamente da medida aferida. No presente estudo, observou-se que a utilização da equação de Chumlea *et al.*⁶ resultou também em superestimação da estatura. Ainda no estudo de Sampaio *et al.*¹⁹, verificou-se que a diferença média entre o peso estimado e peso aferido (-1,16 kg) não foi significativa ($p=0,25$), ao contrário deste estudo em que a diferença foi significativa ($p<0,001$).

Assim como neste estudo, a superestimação do baixo peso também foi verificada por Sampaio *et al.*¹⁹ ao utilizarem a altura estimada pela equação de Chumlea *et al.*⁶ no cálculo do

IMC, demonstrando novamente a inadequação da referida equação.

No estudo de De Lucia *et al.*²⁰, realizado com quatro grupos étnicos da Etiópia, a relação entre envergadura e altura foi influenciada pelo sexo e pela etnia, e a utilização da envergadura para cálculo do IMC resultou em superestimação da desnutrição em 1 706 indivíduos de ambos os sexos, com idades entre 18 e 50 anos, resultado este também verificado no presente estudo.

Diante dos resultados, observa-se que a etnia e a idade são fatores determinantes na validade das equações preditivas de peso e de estatura. Quando se utilizou a equação de Chumlea *et al.*¹¹, validada para homens adultos e brancos, observou-se que a estimativa de estatura foi mais precisa, ao contrário das estimativas baseadas em equações previamente validadas em negros e em idosos que resultaram em diferenças significantes.

Como a avaliação do estado nutricional é de extrema importância para a determinação das condutas clínico-nutricionais, deve-se ter muita cautela ao utilizar estimativas como as apresentadas neste estudo. Se estimativas que resultam em superestimação do baixo peso ou desnutrição são utilizadas, há maior risco de adoção de uma conduta equivocada, interferindo diretamente na

saúde do indivíduo, principalmente, daqueles hospitalizados.

O diagnóstico de desnutrição pode indicar aumento das necessidades dietéticas, resultando em maior oferta de energia e nutrientes por meio da alimentação. Entretanto, caso haja sobrecarga de energia, quadros como hiperglicemia, esteatose hepática, arritmias cardíacas, edema, falência respiratória e hemólise podem ser desencadeados^{21,22}.

CONCLUSÃO

A maioria das equações utilizadas neste estudo não foi adequada para estimar peso e altura de homens adultos, já que os valores de peso e de altura estimados diferiram significativamente dos valores aferidos. Considerando todas as equações aqui avaliadas, observou-se que apenas a equação proposta para homens adultos brancos mostrou-se adequada para estimar a altura dos indivíduos avaliados na amostra.

Devido à escassez de estudos com relação à estimativa de peso por meio da equação aqui avaliada, ainda não é possível estabelecer uma discussão mais profunda acerca de sua aplicabilidade, sendo necessários mais estudos que venham a esclarecer sobre o assunto e verificar se essas diferenças persistem em outros grupos populacionais.

Conhecer a acurácia dessas equações é fundamental para verificar a sua aplicabilidade na prática clínica, e estudos de validação poderão, futuramente, contribuir para o diagnóstico correto e o direcionamento adequado das intervenções em indivíduos a partir de estimativas mais acuradas do peso e da altura daqueles nos quais a coleta dessas medidas é impossibilitada.

COLABORADORES

F.A.C. REZENDE contribuiu com a concepção do trabalho, a coleta dos dados, análise dos dados e a redação do artigo. L.E.F.P.L. ROSADO e G.P. ROSADO

contribuíram com a concepção do trabalho e a redação do artigo. S.C.C. FRANCESCHINNI contribuiu com os aspectos metodológicos e os testes estatísticos. R.C.L. RIBEIRO contribuiu com as análises estatísticas.

REFERÊNCIAS

1. Waitzberg DL, Caiaffa WT, Correia MI. Hospital malnutrition: the Brazilian national survey (IBRANUTRI): a study of 4000 patients. *Nutrition*. 2001; 17(7-8):573-80.
2. Calle EE, Thun MJ, Petrelli JM, Rodriguez C, Heath CW. Body-mass index and mortality in a prospective cohort of U.S. adults. *N Engl J Med*. 1999; 341(5):1097-105.
3. Manson JE, Willett WC, Stampfer MJ, Colditz GA, Hunter DJ, Hankinson SE, *et al.* Body weight and mortality among women. *N Engl J Med*. 1995; 333(11):677-85.
4. Stevens J, Cai J, Pamuk ER, Williamson DF, Thun MJ, Wood JL. The effect of age on the association between body-mass index and mortality. *N Eng J Med*. 1998; 338(1):1-7.
5. Wienpahl J, Ragland DR, Sidney S. Body mass index and 15-year mortality in a cohort of black men and women. *J Clin Epidemiol*. 1990; 43(9): 949-60.
6. Chumlea WA, Roche AF, Mukherjee D. Nutritional assessment of the elderly through anthropometry. Columbus (OH): Ross Laboratories; 1987.
7. Baxter JP. Problems of nutritional assessment in acute setting. *Proc Nutr Soc*. 1999; 58(1):39-46.
8. Gregg EW, Gerzoff RB, Thompson TJ, Williamson DF. Intentional weight loss and death in overweight and obese U.S. adults 35 years of age and older. *Ann Intern Med*. 2003; 138(5):383-9.
9. Lankisch PG, Gerzmann MJ, Gerzmann F, Lehnick D. Unintentional weight loss: diagnosis and prognosis. The first prospective follow-up study from a secondary referral centre. *J Intern Med*. 2001; 249(1):41-6.
10. Prescott E, Almdal T, Mikkelsen KL, Tofteng CL, Vestbo J, Lange P. Prognostic value of weight change in chronic obstructive pulmonary disease: results from the Copenhagen City Heart Study. *Eur Respir J*. 2002; 20(3):539-44.
11. Chumlea WC, Guo SS, Steinbaugh ML. Prediction of stature from knee height for black and White adults and children with application to mobility impaired or handicapped persons. *J Am Diet Assoc*. 1994; 94(12):1385-88.

12. Kwok T, Writelow MN. The use of armspan in nutritional assessment of the elderly. *J Am Geriatr Soc.* 1991; 9(5):455-547.
13. Jelliffe DB. The assessment of the nutritional status of the community. Geneva: WHO; 1966.
14. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation. Geneva: WHO; 1998. Technical Report Series, 894.
15. Callway CW, Chumlea WC, Bouchard C, Himes JH, Lohman TG, Martin AD, *et al.* Circumferences. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign (IL): Human Kinetics; 1988. p.39-54.
16. Durnin JVGA, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr.* 1974; 32(1): 77-97.
17. Slinde F, Rossander-Huthén L. Bioelectrical impedance: effect of 3 identical meals on diurnal impedance variation and calculation of body composition. *Am J Clin Nutr.* 2001; 74(4):474-8.
18. Han TS, Lean ME. Lower leg length as an index of stature in adults [abstract]. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1996; 20(1):21-7.
19. Sampaio HAC, Melo MLP, Almeida PC, Benevides ABP. Aplicabilidade das fórmulas de estimativa de peso e estatura para idosos e adultos. *Rev Bras Nutr Clin.* 2002; 17(4):117-21.
20. De Lucia E, Lemma F, Tesfaye F, Demisse T, Ismail S. The use of armspan measurement to assess the nutritional status of adults in four Ethiopian ethnic groups [abstract]. *Eur J Clin Nutr.* 2002; 56(2): 91-5.
21. Parrish CR, McCray SF. Nutrition support for the mechanically ventilated patient. *Crit Care Nurse.* 2003; 23(1):77-80.
22. Roubenoff R. Inflammatory and hormonal mediators of cachexia. *J Nutr.* 1997; 127(5 Suppl): S1014-16.

Recebido em: 20/6/2007

Versão final reapresentada em: 24/4/2009

Aprovado em: 5/5/2009

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; com periodicidade bimestral, está aberta a contribuições da comunidade científica nacional e internacional.

A Revista aceita artigos inéditos em português, espanhol ou inglês, com título, resumo e termos de indexação no idioma original e em inglês, 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 (limite máximo de 6 mil palavras).

Especial: artigos a convite sobre temas atuais (limite máximo de 7 mil palavras).

Revisão (a convite): síntese 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 (limite máximo de 8 mil palavras). 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 (limite máximo de 5 mil palavras).

Nota científica: dados inéditos parciais de uma pesquisa em andamento (limite máximo de 4 mil palavras).

Ensaio: trabalhos que possam trazer reflexão e discussão de assunto que gere questionamentos e hipóteses para futuras pesquisas (limite máximo de 5 mil palavras).

Seção temática (a convite): seção destinada à publicação de 2 a 3 artigos coordenados entre si, de diferentes autores, e versando sobre tema de interesse atual (máximo de 12 mil palavras no total).

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.

Nos experimentos com animais devem ser seguidos os guias da Instituição dos Conselhos Nacionais de Pesquisa sobre o uso e cuidado dos animais de laboratório.

Registros de Ensaio Clínicos

Artigos com resultados de pesquisas clínicas devem apresentar um número de identificação em um dos Registros de Ensaio Clínicos validados pelos critérios da Organização Mundial da Saúde (OMS) e do *International Committee of Medical Journal Editors* (ICMJE), cujos endereços estão disponíveis no site do ICMJE. O número de identificação deverá ser registrado ao final do resumo.

Procedimentos editoriais

1) Avaliação de manuscritos

A revisão dos textos submetidos à Revista, que atenderem à política editorial, só terá início se os manuscritos encaminhados estiverem de acordo com as Instruções aos Autores. Caso contrário, **serão devolvidos para adequação às normas**, inclusão de carta ou de outros documentos eventualmente necessários.

Recomenda-se fortemente que o(s) autor(es) busque(m) assessoria lingüística profissional (revisores e/ou tradutores certificados em língua portuguesa e inglesa) antes de submeter(em) originais que possam conter incorreções e/ou inadequações morfológicas, sintáticas, idiomáticas ou de estilo. Devem ainda evitar o uso da primeira pessoa "meu estudo...", ou da terceira pessoa do plural "percebemos...", pois em texto científico o discurso deve ser impessoal, sem juízo de valor e na terceira pessoa do singular.

Originais identificados com incorreções e/ou inadequações morfológicas ou sintáticas **serão devolvidos antes mesmo de serem submetidos à avaliação** quanto ao mérito do trabalho e à conveniência de sua publicação.

Aprovados nesta fase, os manuscritos serão encaminhados aos revisores *ad hoc* selecionados pelos editores. Cada manuscrito será enviado para dois revisores de reconhecida competência na temática abordada. Em caso de desacordo, o original será enviado para uma terceira avaliação.

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.

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.

Provas: serão enviadas provas tipográficas aos autores para a correção de erros de impressão. As provas devem retornar ao Núcleo de Editoração na data estipulada. Outras mudanças no manuscrito original não serão aceitas nesta fase

2) Submissão de trabalhos

Serão aceitos trabalhos acompanhados de carta assinada por todos os autores, com descrição do tipo de trabalho e da área temática, 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.

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 nomes de autores cuja contribuição não se enquadre nos critérios acima, podendo, neste caso, figurar na seção Agradecimentos.

Os manuscritos devem conter, na página de identificação, 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 entrelinhas 1,5, com fonte Arial 11, acompanhados de

cópia em disquete ou CD-ROM. O arquivo deverá ser gravado em editor de texto similar ou superior à versão 97-2003 do *Word (Windows)*. Os nomes do(s) autor(es) e do arquivo deverão estar indicados no rótulo do disquete ou CD-ROM.

Das quatro cópias descritas no item anterior, três deverão vir sem nenhuma identificação dos autores, para que a avaliação possa ser realizada com sigilo; porém, deverão ser completas e idênticas ao original, omitindo-se apenas esta informação. É fundamental que o escopo do artigo **não contenha qualquer forma de identificação da autoria**, o que inclui referência a trabalhos anteriores do(s) autor(es), da instituição de origem, por exemplo.

O texto deverá ter de 15 a 20 laudas. As folhas deverão ter numeração personalizada desde a folha de rosto (que deverá apresentar o número 1). O papel deverá ser de tamanho A4, com formatação de margens superior e inferior (no mínimo 2,5cm), esquerda e direita (no mínimo 3cm).

Os artigos devem ter, aproximadamente, 30 referências, exceto no caso de artigos de revisão, que podem apresentar em torno de 50.

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.

Versão reformulada: a versão reformulada deverá ser encaminhada em três cópias completas, em papel, e em disquete ou CD-ROM etiquetado, indicando o número do protocolo, o número da versão, o nome dos autores e o nome do arquivo. **O(s) autor(es) deverá(ão) enviar apenas a última versão do trabalho.**

O texto do artigo deverá empregar fonte colorida (cor azul) para todas as alterações, juntamente com uma carta ao editor, reiterando o interesse em publicar nesta Revista e informando quais alterações foram processadas no manuscrito. Se houver discordância quanto às recomendações dos revisores, o(s) autor(es) deverão apresentar os argumentos que justificam sua posição. O título e o código do manuscrito deverão ser especificados.

Página de título: deve conter:

a) título completo - deve ser conciso, evitando excesso de palavras, como "avaliação do....", "considerações acerca de..." "estudo exploratório....";

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. Será aceita uma única titulação e filiação por autor. O(s) autor(es) deverá(ão), portanto, escolher, entre suas titulações e filiações institucionais, aquela que julgar(em) a mais importante.

d) Todos os dados da titulação e da filiação deverão ser apresentados por extenso, sem siglas.

e) Indicação dos endereços completos de todas as universidades às quais estão vinculados os autores;

f) Indicação de endereço para correspondência com o autor para a tramitação do original, incluindo fax, telefone e endereço eletrônico;

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 indicando formas de continuidade do estudo.

Para as demais categorias, o formato dos resumos deve ser o narrativo, mas com as mesmas informações.

O texto 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 <<http://decs.bvs.br>>.

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 do método empregado, acompanhada da correspondente citação bibliográfica, incluindo: procedimentos adotados; universo e amostra; instrumentos de medida e, se aplicável, método de validação; tratamento estatístico.

Em relação à análise estatística, os autores devem demonstrar que os procedimentos utilizados foram não somente apropriados para testar as hipóteses do estudo, mas também corretamente interpretados. Os níveis de significância estatística (ex. $p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$) devem ser mencionados.

Informar que a pesquisa foi aprovada por Comitê de Ética credenciado junto ao Conselho Nacional de Saúde e fornecer o número do processo.

Ao relatar experimentos com animais, indicar se as diretrizes de conselhos de pesquisa institucionais ou nacionais - ou se qualquer lei nacional relativa aos cuidados e ao uso de animais de laboratório - foram seguidas.

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. **É imprescindível a informação do local e ano do estudo.** A cada um se deve atribuir um título breve. Os quadros e tabelas terão as bordas laterais abertas.

O(s) autor(es) se responsabiliza(m) pela qualidade das figuras (desenhos, ilustrações, tabelas, quadros e gráficos), que deverão permitir redução sem perda de definição, para os tamanhos de uma ou duas colunas (7 e 15cm, respectivamente); **não é permitido o formato paisagem.** Figuras digitalizadas deverão ter extensão JPEG e resolução mínima de 300 dpi.

A publicação de imagens coloridas, após avaliação da viabilidade técnica de sua reprodução, será custeada pelo(s) autor(es). Em caso de manifestação de interesse por parte do(s) autor(es), a Revista de Nutrição providenciará um orçamento dos custos envolvidos, que poderão variar de acordo com o número de imagens, sua distribuição em páginas diferentes e a publicação concomitante de material em cores por parte de outro(s) autor(es).

Uma vez apresentado ao(s) autor(es) o orçamento dos custos correspondentes ao material de seu interesse, este(s) deverá(ão) efetuar depósito bancário. As informações para o depósito serão fornecidas oportunamente.

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. **Não serão aceitas citações bibliográficas nesta seção.**

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 pela primeira vez no texto, conforme o estilo *Vancouver*.

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*.

Não serão aceitas citações/referências de **monografias** de conclusão de curso de graduação, **de trabalhos** de Congressos, Simpósios, Workshops, Encontros, entre outros, e de **textos não publicados** (aulas, entre outros).

Se um trabalho não publicado, de autoria de um dos autores do manuscrito, for citado (ou seja, um artigo *in press*), será necessário incluir a carta de aceitação da revista que publicará o referido artigo.

Se dados não publicados obtidos por outros pesquisadores forem citados pelo manuscrito, será necessário incluir uma carta de autorização, do uso dos mesmos por seus autores.

Citações bibliográficas no texto: deverão ser expostas 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. Todos os autores cujos trabalhos forem citados no texto deverão ser listados na seção de Referências.

Exemplos

Artigo com mais de seis autores

Nascimento E, Leandro CVG, Amorim MAF, Palmeiras A, Ferro TC, Castro CMMB, et al. Efeitos do estresse agudo de contenção, do estresse crônico de natação e da administração de glutamina sobre a liberação de superóxido por macrófagos alveolares de ratos. *Rev Nutr.* 2007; 20(4): 387-96.

Artigo com um autor

Traverso-Yépez MA. Dilemas na promoção da saúde no Brasil: reflexões em torno da política nacional. *Interface: Comunic, Saúde, Educ.* 2007; 11(22):223-38.

Artigo em suporte eletrônico

Mendonça MHM, Giovanela L. Formação em política pública de saúde e domínio da informação para o desenvolvimento profissional. *Ciênc Saúde Coletiva* [periódico na Internet]. 2007 jun [acesso 2008 jan 28]; 12(3):601-610. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. doi:10.1590/S1413-81232007000300010.

Livro

Rouquayrol MZ, Almeida Filho N. *Epidemiologia & saúde*. 6a. ed. Rio de Janeiro: Medsi; 2005.

Livro em suporte eletrônico

World Health Organization. The world health report 2007: a safer future: global public health security in the 21st century [monograph online]. Geneva: WHO; 2007 [cited 2008 Jan 30]. Available from: <<http://www.who.int/whr/2007/en/index.html>>.

Capítulos de livros

Monteiro CA. Ther underweight/overweight double burden for the poorest in low-income countries. In: Dube L, Bechara A, Dagher A, Drewnowski V, LeBel, James P, et al., editors. *Obesity prevention: the role of society and brain on individual behavior*. New York: Elsevier; 2007. v.1.

Capítulo de livro em suporte eletrônico

New health threats in the 21st century. In: World Health Organization. The world health report 2007: a safer future: global public health security in the 21st century [monograph online]. Geneva: WHO; 2007 [cited 2008 Jan 30]. Available from: <<http://www.who.int/whr/2007/chapter3/en/index.html>>.

Dissertações e teses

Franco AC. Educação nutricional na formação do nutricionista: bases teóricas e relação teoria-prática [mestrado]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2006.

Texto em formato eletrônico

World Health Organization. *Malaria elimination: a field manual for low and moderate endemic countries*. Geneva, 2007 [cited 2007 Dec 21]. Available from: <http://www.who.int/malaria/docs/elimination/MalariaElimination_BD.pdf>.

Programa de computador

Dean AG, Dean JA, Coulombier D, Brendel KA, SmithDC, Burton AH, et al. *Epi Info, version 6: a word processing, database, and statistics program for public health on*

IBM-compatible microcomputers. Atlanta (Georgia): Centers for Disease Control and Prevention; 1996.

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 original (um original e três cópias) e um disquete ou CD-ROM, etiquetado com as seguintes informações: nome do(s) autor(es) e nome do arquivo. Na reapresentação incluir o número do protocolo.
- Verificar se o texto, incluindo resumos, tabelas e referências, está reproduzido com letras Arial, corpo 11 e entrelinhas 1,5 e com formatação de margens superior e inferior (no mínimo 2,5cm), esquerda e direita (no mínimo 3cm).
- Verificar se estão completas as informações de legendas das figuras e tabelas.
- Preparar página de rosto com as informações solicitadas.
- Incluir o 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, o ano de defesa e o número de páginas.
- Incluir título do manuscrito, em português e inglês.
- Incluir título abreviado (*short title*), com 40 caracteres, para fins de legenda em todas as páginas.
- Incluir resumos estruturados para trabalhos originais e narrativos para manuscritos que não são de pesquisa, com até 250 palavras nos dois idiomas, português e inglês, ou em espanhol, nos casos em que se aplique, com termos de indexação.
- Verificar se as referências estão normalizadas segundo estilo *Vancouver*, ordenadas na ordem em que foram mencionadas pela 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, nos quais constarão:

- Título do manuscrito:

- Nome por extenso dos autores (na mesma ordem em que aparecem no manuscrito).

- Autor responsável pelas negociações:

1. Declaração de responsabilidade: todas as pessoas relacionadas como autoras 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".

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 ___/___/___

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

Núcleo de Editoração SBI/CCV - *Campus II*

Av. John Boyd Dunlop, s/n., Prédio de Odontologia, Jd. Ipaussurama, 13060-904, Campinas, SP, Brasil.

Fone/Fax: +55-19-3343-6875

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

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

INSTRUCTIONS TO THE AUTHORS

The Brazilian Journal of Nutrition is a specialized periodical that publishes articles that contribute for the study of nutrition in its many sub-areas and interfaces; with a bimonthly periodicity, it is open to contributions of the national and international scientific community.

The journal accepts unpublished articles in Portuguese, Spanish or English, with title, abstract and keywords in the original language and in English in the following categories:

Original: contributions that divulge the results of unpublished researches taking into account the relevance of the theme, the reach and the knowledge generated for the research area (maximum limit of 6000 words).

Special: invited articles on current themes (maximum limit of 7000 words).

Review: (invited): synthesis of available knowledge on a given theme through analysis and interpretation of the pertinent bibliography containing a critical and comparative analysis of the works in the area, discussing the methodological limits and reaches, allowing the indication of perspectives of continued studies in that line of research (maximum limit of 8000 words). Two articles at most will be published by issue.

Communication: report on relevant themes based on recent research whose objective is to subsidize the work of professionals who work in the area, acting as a presentation or update on the theme (maximum limit of 5000 words).

Research Note: unpublished partial data of an ongoing research (maximum limit of 4000 words).

Essay: works that can lead to reflection and discussion of a subject that generates questioning and hypotheses for future researches (maximum limit of 5000 words).

Thematic section (invited): section designated for the publication of 2 to 3 coordinated articles from different authors and based on a theme of current interest (maximum limit of 12000 words).

Research involving living beings

Results of research including living beings should be accompanied by a copy of the opinion of the Research Ethics Committee of the Institution of origin or another certified National Council of Health. Furthermore, the last paragraph of the item Methods should contain a clear

affirmation of abiding by the ethical principles contained in the Declaration of Helsinki (2000) and of being in agreement with the specific legislation of the country where the research took place.

Experiments with animals should follow the institutional guides of the National Councils of Research on the use and care of laboratory animals.

Records of Clinical trials

Articles with results of clinical researches should present a number of identification in one of the Records of Clinical Trials validated by the World Health Organization (WHO) criteria and the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) criteria whose addresses are available at the ICMJE site. The identification number should be located at the end of the abstract.

Editorial procedures

1) Manuscript assessment

Texts submitted to the journal for review that are in agreement with the editorial policy will only start if they are also in agreement with the "instructions to the authors." If not, **they will be returned so that they can be formatted according to the rules** or to include a letter or other documents that may become necessary.

It is strongly recommended that the authors seek for professional linguistic advisement (certified reviewers or translators of Portuguese and English) before they submit articles that may contain errors and/or morphological, syntax, idiomatic or stylistic inadequacies. The use of the first person of the singular or plural should be avoided since scientific discourses should be impersonal and not contain judgment of value.

Original articles identified with errors or morphological and syntax inadequacies **will be returned even before they are submitted to assessment regarding** the merit of the work and the convenience of its publication.

The manuscripts that are approved in this phase will be sent to *ad hoc* referees (reviewers) selected by the editors. Each manuscript will be sent to two reviewers of known competence in the selected theme. If they are not in agreement, the manuscript will be sent to a third referee.

The peer review assessment is the blind review system where the identity of the authors and the referees

are kept secret. Thus, the authors should do everything possible to avoid the identification of the authors of the manuscript.

If there is a conflict of interest on the part of the referees, the Editorial Committee will send the manuscript to another *ad hoc* referee.

The opinions of the referees consist of three possibilities: a) full acceptance; b) accepted with reformulations; c) fully refused. They authors will be notified whatever the case.

The final decision regarding the publishing of the article is always from the editors and they are allowed to make any adjustments they find necessary. If there are essay problems, the text will be returned to the authors so that corrections are made within the maximum stipulated period.

Accepted manuscripts: accepted manuscripts can be returned to the authors for approval of changes that were made in the editing and formatting processes, according to the style of the journal.

Copies: typographical copies will be sent to the others for correction of printing errors. The copies should return to the Núcleo a Editoração on the stipulated deadline. Other changes in the original manuscript will not be accepted during this phase.

2) Submission of works

Works must be accompanied by a letter signed by all authors describing the type of work and thematic area, declaring that the manuscript is being presented only to the Brazilian Journal of Nutrition and agreeing to transfer the copyright to the journal.

If figures and tables published elsewhere are used, the authorization for their use must also be attached to the manuscript.

Authorship: the number of authors must be coherent with the dimensions of the project. Authorship credit must be based on substantial contributions, such as conception and design, or data analysis and interpretation. Including the names of authors who do not fit within the parameters listed above is not justified. Other contributors may be cited in the Acknowledgement section.

The identification page of the manuscripts should contain explicitly how each one of the authors contributed.

3) Presentation of the manuscript

Please send four copies of the manuscript to the *Núcleo de Editoração* of the Journal formatted with 1,5 line spacing between the lines and font Arial 11. The material should also be sent in floppy disc or CD-ROM. The file should

be saved in a text editor similar or above version 97-2003 of MSWord (Windows). The names of the authors or file should be printed on the label of the floppy disc or CD-ROM.

Of the four copies mentioned above, three should come without any identification of the authors so that the assessment can be done secretly; however they should be complete and identical to the original manuscript, omitting only the authorship. It is essential that the scope of the article **does not contain any form of identification of the authors**, which includes, for example, references to previous works of one or more of the authors or the institution where the work was done.

The text should contain from 15 to 20 pages. The pages must have personalized numbering starting with the cover page which should be number 1. The paper must be size A4 with at least 2.5cm of upper and lower margins and 3cm of left and right margins.

The articles should have approximately 30 references, except for review articles which can have around 50.

All pages should be numbered starting from the identification page. This document contains information that should clarify doubts regarding the formatting.

Reformulated version: the reformulated version must be sent in three complete copies, in paper and in a floppy disc or CD-ROM with a label indicating the number of the protocol, the version number, the name of the authors and the name of the file. It is absolutely forbidden to return the previous version.

The text of the article must use a colored font (blue) for all changes, together with a letter to the editor confirming the interest in publishing in this journal and informing what changes were made in the manuscript. If there is disagreement regarding the recommendations of the referees, the authors should present the arguments that justify their stance. The manuscript title and code should be specified.

The title page: should contain:

a) full title - must be concise, avoiding excess words such as "assessment of...", "considerations on...", "exploratory study...";

b) short title with up to 40 characters in Portuguese (or Spanish) and English;

c) full name of all the authors indicating where each one works. Each author is allowed one employee and one title. The authors should therefore choose among their titles and employees those that they judge to be most important.

d) All data regarding titles and employees should be presented in full, without abbreviations.

e) List the full addresses of all the universities with which the authors have affiliations;

f) Indicate an address to exchange correspondence, including the manuscript, with the authors, including facsimile, telephone and e-mail address;

Observation: this should be the only part of the text with identification of the authors.

Abstract: all articles submitted in Portuguese or Spanish should have an abstract in the original language and English, with at least 150 words and at most 250 words.

The articles submitted in English should contain the abstract in Portuguese or Spanish and in English.

For original articles, the abstracts must be structured highlighting objectives, basic methods adopted, information on the location, population and sample of the research, most relevant results and conclusions, considering the objectives of the work and indicating ways to continue the study.

For the remaining categories, the format of the abstract must be narrative but with the same information.

The text should not contain citations and abbreviations. Highlight at least three and at most six keywords using the descriptors of Health Science - DeCS - of Bireme <<http://decs.bvs.br>>.

Text: except for manuscripts presented as Review, Research Note and Essay, the works should follow the formal structure for scientific works:

Introduction: must contain current literature review and pertinent to the theme, adequate to the presentation of the problem and that highlights its relevance. It should not be extensive unless it is a manuscript submitted as Review.

Methods: must contain a clear and brief description of the method employed along with the correspondent bibliography, including: adopted procedures, universe and sample; measurement instruments and if applicable, validation method; statistical treatment.

In relation the statistical analyses, the authors must demonstrate that the procedures employed were not only appropriate to test the hypotheses of the study but have also been correctly interpreted. Do not forget to mention the level of significance adopted (e.g. $p < 0.05$; $p < 0.01$; $p < 0.001$).

Inform that the research was approved by an Ethics Committee certified by the National Council of Health and inform the number of the procedure.

If experiments with animals are reported, indicate if the directives of the institutional or national research councils - or any law regarding the care and use of laboratory animals - were followed.

Results: whenever possible, the results should be presented in tables and figures and constructed in a way as to be self-explanatory and contain statistical analysis. Avoid repeating the data within the text.

Tables, charts and figures together should be limited to five and numbered consecutively and independently with Arabic characters according to the order in which data is mentioned and must come in individual and separate sheets. Their locations should be indicated in the text. **Information on the location and year of the study is absolutely necessary.** Each element should have a brief title. Tables and charts must have open side borders.

The author is responsible for the quality of the figures (drawings, illustrations, tables, charts and graphs). It must be possible to reduce their size to one or two columns (7 and 15cm, respectively) without loss of sharpness. **Landscape format is not allowed.** Digital figures should have the jpeg extension and a minimum resolution of 300 dpi.

Printing of colored images when this printing is possible is paid by the authors. If the authors are interested, the Brazilian Journal of Nutrition will inform them of the costs which will vary according to the number of images, their distribution in different pages and the concomitant publication of colored material by other authors.

Once the costs are presented to the authors, these are asked to deposit the amount in a bank account. The information regarding the account will be disclosed when necessary.

Discussion: should explore adequately and objectively the results and discuss them in light of other observations already registered in the literature.

Conclusion: present the relevant conclusions taking into account the objectives of the work and indicate ways that the study can be continued. Bibliographical citations in this section are absolutely forbidden.

Acknowledgements: acknowledgments are accepted in a paragraph with no more than three lines and may contain the names of institutions or individuals who actually collaborated with the research.

Attachments: include attachments only when they are absolutely essential for the understanding of the text. The editors will determine if their publication is necessary.

Abbreviations: these must be used in the standard manner and restricted to the usual or sanctioned ones. They should be followed by their full meaning when first cited in a text. They should not be used in the title and abstract.

References according to the Vancouver Style

References: must be numbered consecutively according to the order in which they were first mentioned in the text, according to the Vancouver Style.

In references with two or up to the limit of six authors, all authors are cited; references with more than six authors, the first six should be mentioned and the remaining referred to as *et al.*

The abbreviations of the titles of mentioned journals should be in agreement with the *Index Medicus*.

Citations/references of **senior research papers, works** of congresses, symposiums, workshops, meetings, among others and **unpublished texts will** (examples, classes among others) **not be accepted**.

If an unpublished work of one of the authors of the study is mentioned (that is, an article in press) it is necessary to include the letter of acceptance of the journal who accepted the article for publication.

If unpublished data obtained by other researchers are cited in the manuscript, it is necessary to include a letter authorizing the disclosure of the data by their authors.

Bibliographical citations in the text: they should be placed in numerical order, in Arabic characters, half a line above and after the citation and must be included in the list of references. If there are only two authors, both are mentioned and separated by a "&"; if more than two, only the first one is mentioned followed by the expression "*et al.*"

The exactness and adequateness of the references to works that have been consulted and mentioned in the text of the article are of responsibility of the authors. All authors whose works are cited in the text should be listed in the "References" section.

Examples

Article with more than six authors

Nascimento E, Leandro CVG, Amorim MAF, Palmeiras A, Ferro TC, Castro CMMB, et al. Efeitos do estresse agudo de contenção, do estresse crônico de natação e da administração de glutamina sobre a liberação de super xido por macrófagos alveolares de ratos. *Rev Nutr.* 2007; 20(4): 387-96.

Article with one author

Traverso-Yépez MA. Dilemas na promoção da saúde no Brasil: reflexões em torno da política nacional. *Interface: Comunic, Saúde, Educ.* 2007; 11(22):223-38.

Electronic article

Mendonça MHM, Giovanella L. Formação em política pública de saúde e domínio da informação para o desenvol-vimento profissional. *Ciênc Saúde Coletiva* [periódico na Internet]. 2007 jun [acesso 2008 jan 28]; 12(3):601-610. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. doi: 10.1590/S1413-81232007000300010.

Book

Rouquayrol MZ, Almeida Filho N. *Epidemiologia & saúde*. 6a. ed. Rio de Janeiro: Medsi; 2005.

Electronic book

World Health Organization. The world health report 2007: a safer future: global public health security in the 21st century [monograph online]. Geneva: WHO; 2007 [cited 2008 Jan 30]. Available from: <<http://www.who.int/whr/2007/en/index.html>>.

Book chapters

Monteiro CA. Ther underweight/overweight double burden for the poorest in low-income countries. In: Dube L, Bechara A, Dagher A, Drewnowski V, LeBel, James P, et al., editors. *Obesity prevention: the role of society and brain on individual behavior*. New York: Elsevier; 2007. v.1.

Electronic book chapters

New health threats in the 21st Century. In: World Health Organization. The world health report 2007: a safer future: global public health security in the 21st century [monograph online]. Geneva: WHO; 2007 [cited 2008 Jan 30]. Available from: <<http://www.who.int/whr/2007/chapter3/en/index.html>>.

Dissertations and theses

Franco AC. Educação nutricional na formação do nutricionista: bases teóricas e relação teoria-prática [mestrado]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2006.

Electronic text

World Health Organization. *Malaria elimination: a field manual for low and moderate endemic countries*. Geneva, 2007 [cited 2007 Dec 21]. Available from: <http://www.who.int/malaria/docs/elimination/MalariaElimination_BD.pdf>.

Computer software

Dean AG, Dean JA, Coulombier D, Brendel KA, SmithDC, Burton AH, et al. *Epi Info, Version 6: a word processing, database, and statistics program for public health on*

IBM-compatible microcomputers. Atlanta (Georgia): Centers for Disease Control and Prevention; 1996.

For other examples please check the norms of the Committee of Medical Journals Editors (Vancouver Group) at <<http://www.icmje.org>>.

CHECKLIST

- Declaration of responsibility and transfer of copyright signed by each author.
- Send four copies of the original to the Editor (one original and three copies) and a floppy disc or CD-ROM labeled with the following information: name of the authors and name of the file. If it is a second or more version, include the number of the protocol.
- Verify if the text, including abstract, tables and references, is written with Arial font size 11 and 1,5 line spacing. The upper and lower margins should have at least 2.5 cm and the lateral margins should have at least 3 cm.
- Verify if the information of the legends of the figures and tables is complete.
- Prepare a cover page with the requested information.
- Include the name of the sponsors and the number of the proceeding.
- Indicate if the article is based on a thesis/ dissertation placing the title, name of the institution, year of defense and number of pages.
- Include the title of the manuscript in Portuguese and in English.
- Include a short title with 40 characters at most for the legend of each page.
- Include structured abstracts for works and narratives for manuscripts that do not regard research with up to 250 words, in Portuguese or Spanish and English, and keywords when applicable.
- Verify if the references are listed according to the Vancouver Style, ordered in the way they were first mentioned in the text and if they are all cited in the text.

- Include permission of the editors for tables and figures that have been published before.
- Include the opinion of the Ethics Committee of the Institution.

DECLARATION OF RESPONSIBILITY AND COPYRIGHT TRANSFER

Each author must read and sign the documents (1) Declaration of Responsibility and (2) Copyright Transfer.

- Title of the manuscript:

- Name of the authors must be consecutively according to the orders in which they were mentioned in the text.

- Author responsible for the negotiations:

1. Declaration of responsibility: all the persons mentioned as authors must sign the declarations of responsibility in the terms mentioned below:

- I certify that I have participated in the creation of this work and render public my responsibility for its content; I have not omitted any affiliations or financial agreements between the authors and companies that may be interested in the publication of this article;

- I certify that the manuscript is original and the work, in part or in full, or any other work with a substantially similar content of my authorship was not sent to another journal and will not be sent to another journal while its publication is being considered by the Brazilian Journal of Nutrition, whether in the printed or electronic format.

2. Copyright transfer: "I declare that, if this article is accepted, the Brazilian Journal of Nutrition will have its copyright and exclusive ownership and any reproduction, in part or in full, printed or electronic, is forbidden without the previous and necessary consent of this journal. If the consent is granted, I will include my thanks for this journal."

Signature of the author(s)

Date ____/____/____

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

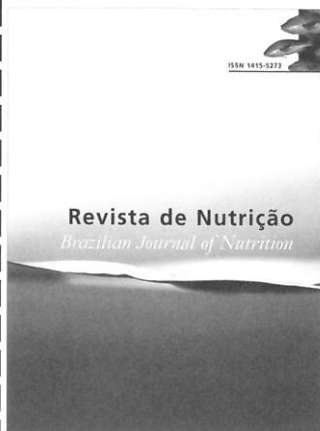
Núcleo de Editoração SBI/CCV - Campus II

Av. John Boyd Dunlop, s/n., Prédio de Odontologia, Jd. Ipaussurama, 13060-904, Campinas, SP, Brazil

Fone/Fax:+55-19-3343-6875

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

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



Prezado amigo,

É com satisfação que vimos convidá-lo **ASSINAR ou RENOVAR** a *Revista de Nutrição*, a melhor forma de ter contato com os trabalhos desenvolvidos por pesquisadores da área através de uma publicação nacional, indexada nas bases de dados internacionais: LILACS, Chemical Abstract, CAB Abstract, FSTA, EMBASE, POPLINE, NISC, SciELO, Latindex, Scopus, Web of Science.

Lista Qualis: B-4.

Esperamos contar com sua presença entre nossos assinantes regulares. Preencha o canhoto abaixo.

Comissão Editorial

ASSINATURA

RENOVAÇÃO

<input type="checkbox"/> Volume 18 (2005)	Pessoas Físicas	R\$ 70,00	<input type="checkbox"/>	Institucional	R\$ 100,00	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Volume 19 (2006)	Pessoas Físicas	R\$ 70,00	<input type="checkbox"/>	Institucional	R\$ 100,00	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Volume 20 (2007)	Pessoas Físicas	R\$ 70,00	<input type="checkbox"/>	Institucional	R\$ 120,00	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Volume 21 (2008)	Pessoas Físicas	R\$ 90,00	<input type="checkbox"/>	Institucional	R\$ 140,00	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Volume 22 (2009)	Pessoas Físicas	R\$ 90,00	<input type="checkbox"/>	Institucional	R\$ 150,00	<input type="checkbox"/>

Nome: _____

Endereço: _____

CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____ Telefone: _____

CNPJ: _____ E-mail: _____

Anexo cheque número: _____ Banco: _____ Valor: _____

Cheque nominal à SOCIEDADE CAMPINEIRA DE EDUCAÇÃO E INSTRUÇÃO.

Assinatura: _____ Data: ____/____/____

FORMAS DE PAGAMENTO

PARCELADO

Pré-datado para 30 dias Pagamentos em 2 vezes: 1 entrada e o restante para 30 dias

À VISTA

Cheque ou depósito bancário: depósito bancário: Banco Itaú ag. 0009 cc 49371-9

Código de Identificação do assinante: **Institucional** CNPJ **Pessoas Físicas** CPF

Razão Social: Sociedade Campineira de Educação e Instrução. CNPJ: 46.020.301/0001-88

Enviar esta ficha juntamente com seu pagamento para:

Revista de Nutrição - Núcleo de Editoração - Prédio de Odontologia - Campus II

Av. John Boyd Dunlop, s/n., Jd Ipaussurama, 13060-904, Campinas, SP. Fone/Fax: (19) 3343-6875

E-mail: ccv.assinaturas@puc-campinas.edu.br - Home Page: www.scielo.br/rn

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: Profa. Angela de Mendonça Engelbrecht

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

Normalização e Indexação / *Standardization and Indexing*

Maria Cristina Matoso - PUC-Campinas

Capa / Cover

Katia Harumi Terasaka

Editoração eletrônica / *DTP*

Beccari Propaganda e Marketing

Impressão / *Printing*

Gráfica Editora Modelo Ltda

Tiragem / *Edition*

1000

Distribuição / *Distribution*

Sistema de Bibliotecas e Informação da PUC-Campinas.
Serviço de Publicação, Divulgação e Intercâmbio

Artigos Originais | Original Articles

- 443 Avaliação da aplicabilidade de fórmulas preditivas de peso e estatura em homens adultos**
Assessment of equations that estimate weight and height in adult men
• Fabiane Aparecida Canaan Rezende, Lina Enriqueta Frandsen Paez Lima Rosado, Sylvia do Carmo Castro Ffranceschini, Gilberto Paixão Rosado, Rita de Cássia Lanes Ribeiro
- 453 Estado nutricional e insegurança alimentar de adolescentes e adultos em duas localidades de baixo índice de desenvolvimento humano**
Nutritional status and food insecurity of adolescents and adults in two cities with a low human development index
• Juliana Souza Oliveira, Pedro Israel Cabral de Lira, Ida Cristina Leite Veras, Sandra Regina Maia, Maria da Conceição Chaves de Lemos, Sonia Lucia Lucena Sousa de Andrade, Maurício José Viana Junior, Fernanda Cristina de Lima Pinto, Vanessa Sá Leal, Malaquias Batista Filho
- 467 Influência da desnutrição promovida pela dieta básica regional sobre o perfil de ácidos graxos do leite materno, o crescimento e o desenvolvimento de ratos jovens**
Malnutrition promoted by a basic regional diet alters the fatty acid profile of breast milk, and the growth and development of rat pups
• Amanda Santos de Souza, Luciana da Camara Pacheco, Priscila da Silva Castro, Maria das Graças Tavares do Carmo
- 483 Avaliação dos efeitos da semente de linhaça quando utilizada como fonte de proteína nas fases de crescimento e manutenção em ratos**
Evaluation of the effects of flaxseed when used as a protein source for the growth and maintenance phases of rats
• Lavinia Leal Soares, Juliana Tomaz Pacheco, Carolina Meano de Brito, Aline de Andrade Troina, Gilson Teles Boaventura, Maria Angélica Guzmán-Silva
- 493 Efeito da suplementação com ácido linoléico conjugado e do treinamento em natação sobre a composição corporal e os parâmetros bioquímicos de ratos Wistar em crescimento**
Effect of conjugated linoleic acid supplementation and swimming training on the body composition and biochemical parameters of Wistar pups
• Antonio Eduardo de Aquino Junior, Grace Kelly Zanotti Simões Dourado, Fernanda Oliveira Duarte, Ana Cláudia Garcia Oliveira Duarte, Marcela Sene-Fiorese
- 503 Fatores de risco para sobrepeso entre adolescentes: análise de três cidades brasileiras**
Risk factors for overweight among adolescents: analysis of three Brazilian cities
• Isabela da Costa Ribeiro, Fernando Antonio Basile Colugnati, José Augusto de Aguiar Carrazedo Taddei
- 517 Influência das proteínas do soro sobre enzimas hepáticas, perfil lipídico e formação óssea de ratos hipercolesterolêmicos**
Influence of whey protein on liver enzymes, lipid profile and bone formation of hypercholesterolemic rats
• Fabiano Kenji Haraguchi, Maria Lucia Pedrosa, Heberth de Paula, Rinaldo Cardoso dos Santos, Marcelo Eustáquio Silva
- 527 Dobras cutâneas e bioimpedância elétrica perna-perna na avaliação da composição corporal de crianças**
Skinfold thicknesses and leg-to-leg bioimpedance for the assessment of body composition in children
• Monize Cocetti, Sílvia Diez Castilho, Antonio de Azevedo Barros Filho
- Revisão | Review**
- 537 Influência de alimentos líquidos e sólidos no controle do apetite**
Influence of liquid and solid foods on appetite control
• Denise Machado Mourão, Josefina Bressan
- 549 Marcador *in vitro* da resposta glicêmica dos alimentos como ferramenta de auxílio à prescrição e avaliação de dietas**
In vitro indicator of the glycemic response to foods as a tool for diet prescriptions and evaluation
• Vanessa Dias Capriles, Andréa Carneiro Guerra-Matias, José Alfredo Gomes Arêas
- Comunicação | Communication**
- 559 Pode a atividade física materna modular a programação fetal induzida pela nutrição?**
Can maternal physical activity modulate the nutrition-induced fetal programming?
• Carol Góis Leandro, Marco Fidalgo Amorim, Sandro Massao Hirabara, Rui Curi, Raul Manhães de Castro
- Nota Científica | Research Note**
- 571 Avaliação nutricional de idosos em uma instituição por diferentes instrumentos**
Nutritional assessment of institutionalized elderly with different instruments
• Luciana Nabuco Félix, Elizabeth Maria Talá de Souza