

# Nutrire

ISSN 1519-8828

REVISTA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO



29 JUN/2005

JOURNAL OF THE BRAZILIAN SOCIETY OF FOOD AND NUTRITION

---

## **SOCIEDADE BRASILEIRA DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO-SBAN**

### **Presidente / President**

Fernando Salvador Moreno

### **1º Vice-presidente / Vice-President**

Silvia Maria Franciscato Cozzolino

### **2º Vice-presidente / Vice-President**

Lilian Cuppari

### **Secretário Geral / General Secretary**

Célia Colli

### **1º Secretário / Secretary**

Anita Sachs

### **2º Secretário / Secretary**

Sérgio Alberto Rupp de Paiva

### **1º Tesoureiro / Treasurer**

Regina Mara Fisberg

### **2º Tesoureiro / Treasurer**

Maria Cristina de Souza Campos Lerario

### **Secretários Regionais**

AL Luci Tojal e Seara (luci.al@uol.com.br)

AM Lúcia K. Ozake Yuyama (yuyama@inpa.gov.br)

BA Roseanne Porto Dantas Mazza (rosemazza@ufba.br)

CE Augusto Pimentel Guimarães (diretoria@nuteral.com.br)  
e Carla Soraya Costa Maia (soraya@impax.com.br)

GO Maria Margareth Veloso Naves (mnaves@fanut.ufg.br)

MG Josefina Bressan R. Monteiro (jbrm@ufv.br)

PE Hernando Flores (hflores@nutricao.ufpe.br)

PI Nadir do Nascimento Nogueira (nadirn@uol.com.br)

RJ Glória V. Veiga (gvveiga@gbl.com.br)

RN Lúcia de Fátima C. Pedrosa (lpedrosa@ufrnet.br)

SC Vera Lúcia G. Tramonte (veratramonte@ig.com.br)

### **Sócios Mantenedores / Supporting Partners**

Coca Cola Indústrias Ltda.

Danone Ltda.

Monsanto do Brasil Ltda.

Nestlé Brasil Ltda.

Pepsico do Brasil Ltda.

Produtos Roche Químicos e Farmacêuticos S.A.

Red Bull do Brasil Ltda.

Unilever Bestfood Brasil Ltda.

Wyeth Consumer Healthcare

A Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição –  
SBAN representa no Brasil a IUNS – International  
Union of Nutritional Sciences

### **Endereço / Address**

Sociedade Brasileira de Alimentação

e Nutrição-SBAN

Av. Prof. Lineu Prestes, 580 / Bloco 14 - FCF / USP

05508-900 São Paulo – SP, Brasil

Tel.: (11) 3091-3656 / 3091-3657 Fax: (11) 3815-4410

e-mail: sban@sban.com.br

www.sban.com.br

### **Patrocínio / Sponsorship**



*Good Food, Good Life*



**SOCIEDADE BRASILEIRA DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO-SBAN**

# Nutrire

REVISTA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO  
JOURNAL OF THE BRAZILIAN SOCIETY OF FOOD AND NUTRITION

**ISSN 1519-8928**

**Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.= J. Brazilian Soc. Food Nutr., São Paulo, SP, v. 29, p. 1-167, jun. 2005**

**São Paulo, SP - Brasil  
2005**

© Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição-SBAN  
Publicação semestral/ Biannual publication  
Tiragem/Print-run:1000  
Impresso no Brasil/Printed in Brazil  
Capa: Ademar Assaoka  
Diagramação: Jotacê Desenhos Gráficos

---

Nutrire: revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição=Journal of the Brazilian Society of Food and Nutrition, São Paulo, SP. v.1, (1990) - São Paulo, SP: SBAN, 2000 -

Semestral.

Resumos em inglês e espanhol.

Continuação dos Cadernos de Nutrição, a partir do v. 19/20 (2000).

1. Alimentos e alimentação – Periódicos. 2. Nutrição – Periódicos. I. Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição-SBAN

ISSN1519-8928

CDD 612.305  
664.005

---

É permitida a reprodução de resumos com a devida citação da fonte/ Reproduction of abstracts is allowed as long as the right source is quoted.

## SUMÁRIO/CONTENTS

### V Editorial

### Artigos Originais/Original Articles

- 1** **Phosphorus and potassium content in foods for patients with chronic renal insufficiency**  
*Teor de fósforo e potássio em alimentos para pacientes com insuficiência renal crônica*  
Renata Monea Alberto dos SANTOS; Gisele de SOUSA; Izabel Machado de SOUZA; Luciana Ferreira da SILVA; Eduardo FERRIOLLI; Júlio Sérgio MARCHINI
- 11** **Avaliação do estado nutricional em relação ao zinco de pré-escolares submetidos a um programa de fortificação com ferro**  
*Evaluation of zinc nutritional status in pre-schoolers children under iron fortification program*  
Fernanda Beraldo MICHELAZZO; Mauro FISBERG; Silvia Maria Franciscato COZZOLINO
- 25** **Aplicabilidade da variedade e da diversidade como indicadores da qualidade da dieta de indivíduos com glicemia alterada**  
*Variety and diversity applicability as diet quality indices in individuals with altered glicemia levels*  
Jackeline TAGLIETA; Ana Maria CERVATO
- 41** **Avaliação do índice de colesterol e gordura saturada da dieta de indivíduos moradores do município de Ourinhos, SP**  
*Evaluation of cholesterol/saturated fat index of the diet from Ourinhos, SP population*  
Marcia de Araujo Leite NACIF; Edeli Simioni de ABREU; Elizabeth Aparecida Ferraz da Silva TORRES
- 51** **Colesterol e 7-cetocolesterol livre em macarrão contendo ovos**  
*Cholesterol and free 7-ketocholesterol in pasta with eggs*  
Cláudia ESCARABAJAL; Alfredo TENUTA FILHO

### Artigos de Revisão/Revision Articles

- 61** **Alimentos sem glúten no controle da doença celíaca**  
*Gluten free foods for control of celiac disease*  
Priscila Abrão POSSIK; Flávio FINARDI FILHO; Alcía de FRANCISCO; Marilde Terezinha Bordignon LUIZ
- 75** **Desnutrição e níveis de aminas biogênicas no sistema nervoso central**  
*Malnutrition and levels of biogenic amines in the central nervous system*  
Maria Surama Pereira da SILVA; Luiz Marcellino DE OLIVEIRA
- 99** **Composição do corpo: métodos para análise**  
*Body composition: methods of assessment*  
Álvaro Oscar CAMPANA; Sérgio Alberto Rupp de PAIVA
- 121** **Os atletas atingem as necessidades nutricionais de carboidratos em suas dietas?**  
*Do athletes fill their nutritional carbohydrate needs when going on diets?*  
Maysa Vieira de SOUSA; Julio TIRAPEGUI
- 141** **Evolução e perspectivas do programa de alimentação do trabalhador no contexto político brasileiro**  
*Evolution and perspectives of worker's alimentation program in Brazilian political context*  
Luciléia Granhen Tavares COLARES



---

## EDITORIAL

A *Nutrire* em seus 15 anos de existência (antes do ano 2000 como Cadernos de Nutrição) vai ter, a partir de 2006, uma periodicidade quadrimestral, o que mostra a integração de nosso periódico na comunidade científica da área de Alimentação e Nutrição. Será publicado, portanto, um volume anual, com 3 fascículos. Atualmente temos 2 volumes anuais e, neste ano de 2005 publicaremos, também, um suplemento da *Nutrire* com os trabalhos aceitos para apresentação no VIII Congresso Nacional da SBAN, a realizar-se em São Paulo, de 15 a 18 de novembro. Além disso, como passo importante para sua visibilidade, será feita uma chamada por artigos originais a instituições de pesquisa nacionais e internacionais. Apresentamos, então, este volume 29 onde são discutidas questões importantes ligadas à avaliação nutricional e à validade de dados de tabela de composição - quando são comparados resultados de análises de fósforo e de potássio em alimentos - bem como de gordura saturada e colesterol relacionadas com a aterogênese. Cinco revisões, complementam este volume.

Célia Colli

Editora Científica



# Phosphorus and potassium content in foods for patients with chronic renal insufficiency

## *Teor de fósforo e potássio em alimentos para pacientes com insuficiência renal crônica*

### ABSTRACT

SANTOS, R.M.A.; SOUSA, G.; SOUZA, I.M.; SILVA, L.F.; FERRIOLLI, E.; MARCHINI, J.S. Phosphorus and potassium content in foods for patients with chronic renal insufficiency. *Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.* = J. Brazilian Soc. Food Nutr., São Paulo, SP, v. 29, p. 1-9, jun. 2005.

*The concentrations of phosphorus and potassium in different foods such as fruits, beverages, vegetables and sweets of interest for the dietary management of patients with renal failure were analyzed and compared with available data from the literature. For all foods analyzed, the values were different from those reported in the literature, except for one in the fruit group. Low phosphorus and low potassium diet was also detected and, when compared to the literature data, showed an even greater difference in potassium content. We conclude that it is important to elaborate and utilize data obtained in regional surveys considering the variability of nutrients depending on techniques of food preparation and crop conditions.*

**Keywords: foods; phosphorus; potassium; analysis; restricted diet; chronic renal disease; diet therapy management.**

RENATA MONEDA  
ALBERTO DOS SANTOS<sup>1</sup>,  
GISELE DE SOUSA<sup>2</sup>,  
IZABEL MACHADO DE  
SOUZA<sup>3</sup>, LUCIANA  
FERREIRA DA SILVA<sup>4</sup>,  
EDUARDO FERRIOLLI<sup>5</sup>,  
JÚLIO SÉRGIO  
MARCHINI<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Dialysis Service, Renal Transplant Unit – Division of Nutrition and Dietetics.

<sup>2</sup>Dialysis Service, Renal Transplant Unit, student (specialization in clinical nutrition).

<sup>3</sup>Biochemist. Department of Pediatrics – Laboratory Section.

<sup>4</sup>Department of Life Sciences, Universidade Estadual da Bahia.

<sup>5</sup>Department of Internal Medicine – Division of General Internal and Geriatric Medicine.

<sup>6</sup>Department of Internal Medicine – Division of Clinical Nutrition (Nutrology).

**Corresponding author:**  
Julio Sérgio Marchini  
Av. Bandeirantes 3900  
CEP 14049-900  
Ribeirão Preto, SP  
Fax : (5516) 633 66 95,  
e-mail:  
jsmarchi@fmrp.usp.br

## RESUMEN

*En este estudio se determinaron los tenores de fósforo y potasio en frutas, hortalizas, bebidas y dulces de interés en la dieta terapia de pacientes con insuficiencia renal crónica y se compararon con los datos de las tablas de composición de alimentos disponibles en nuestro medio. Los tenores determinados fueron diferentes de los encontrados en las tablas, en la mayoría de los casos. También fue analizada una dieta específica, recomendada para pacientes que necesitan restricción de fósforo y potasio. Los resultados del análisis de la dieta fueron más discrepantes que los obtenidos por consulta en las tablas de composición de alimento. Se concluye que es importante obtener datos regionales y que el uso de tablas extranjeras para la elaboración de dietas específicas puede resultar muchas veces en errores graves en relación al tenor de estos nutrientes.*

**Palabras clave: alimentos; fósforo; potasio; dietoterapia; insuficiencia renal crónica.**

## RESUMO

*Os teores de fósforo e potássio em frutas, bebidas, legumes e doces de interesse no tratamento dietoterápico de pacientes com insuficiência renal crônica foram determinados e comparados com dados de diferentes tabelas disponíveis em nosso meio. Os valores obtidos foram, na maioria das vezes, diferentes dos encontrados nas tabelas. Também foi feita análise de uma dieta específica e recomendada para pacientes que precisam de uma restrição em fósforo e potássio. Os dados encontrados, para a dieta em si, foram ainda mais discrepantes do que os dados obtidos, por meio das tabelas consultadas. Pode-se concluir que é necessário e importante obter dados regionais e, que a utilização de tabelas internacionais para elaboração de cardápios específicos, muitas vezes, pode resultar em erros graves quanto ao teor destes nutrientes.*

**Palavras-chave: alimentos; fósforo; potássio; dietoterapia; insuficiência renal crônica.**

## INTRODUCTION

Minerals such as phosphorus and potassium play a fundamental role in metabolism and are essential for human nutrition. Protein-containing foods such as meat, fish, dairy products, legumes and whole cereals are good sources of these nutrients, as well as chocolate and oleaginous foods. Fruits and vegetables are also important sources of potassium (IBGE, 1996; PHILIPPI, 2002; ESTADOS UNIDOS, 1976-1986). On the other hand, controlled ingestion of foods containing phosphorus and potassium among other nutrients becomes necessary with progressive loss of renal function, when phosphorus retention occurs and the ability to excrete potassium is reduced (KOPPLE, 1999). It has also been demonstrated that low phosphorus consumption may delay the progression of renal failure and prevent the occurrence of bone disease and calcification of the coronary arteries. The restriction of potassium-containing foods may also prevent the onset of cardiac arrhythmia (BARSOTTI *et al.*, 1984; LUMBERTGUL *et al.*, 1986).

Food mineral content is obtained from tables available in the literature, many of which, however, are incomplete and contradictory (LAJOLO e MENEZES, 1997; LAJOLO e VANNUCCHI, 1987; PHILIPPI *et al.*, 1995). To illustrate, depending on the source consulted, the phosphorus content of chocolate ranges from 142 (IBGE, 1996) to 216mg (UNITED STATES, 2002) and the amount of potassium in raw potatoes ranges from 421 (UNITED STATES, 2002) to 543mg (PHILIPPI, 2002). Similarly, it has been estimated that a phosphorus- and potassium-restricted diet offered to patients with renal failure provides approximately 700mg phosphorus and 1900mg potassium (UNITED STATES, 1976-1986). Moreover, it is also known that potassium is partially lost according to food preparation methods and cooking procedures, with consequent difficulties for the elaboration of an individualized diet therapy plan (CUPPARI *et al.*, 2004; JONES, 2001; LOUIS e DOLAN, 1970; TSALTAS, 1969).

Therefore the elaboration of menus that provide a greater variety of foods considering personal habits and preferences, together with diversity, regional availability and low cost, is important to guarantee an adequate supply of nutrients, to avoid monotony and thus to increase treatment compliance (SILVA *et al.*, 2000).

On this basis, and considering the importance of phosphorus and potassium for the nutritional therapy of patients with renal failure as well as the difficulty in obtaining reliable data on the content of foods, the first objective of the present study was to determine the concentrations of phosphorus and potassium in different foods for the dietary management of patients with chronic renal failure, and to compare them to already existing data. The second objective was to compare the concentrations of phosphorus and potassium in a low phosphorus and potassium diet used by the University Hospital of the School of Medicine of Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (HCFMRP-USP).

## MATERIALS AND METHODS

All the natural and industrialized foods and the preparations selected for analysis were purchased by the Nutrition and Dietetics Service of HCFMRP, at open-air markets and

at supermarkets in the city of Ribeirão Preto, State of São Paulo, Brazil, during the year of 2001. Table 1 lists the fruit, beverages and different foods studied. The food and nutrient composition of low phosphorus and potassium diet is presented in Table 2. This selection was based on patient interest and clinical practice since HCFMRP attends patients from different regions of Brazil with varied habits and preferences (SILVA *et al.*, 2000).

**Table 1 Comparison of phosphorus and potassium in different foods such as fruits, beverages, legumes and sweets of interest in the dietary management of patients with renal failure**

	P (mg) <sup>a</sup>	P (mg) <sup>b</sup>	K (mg) <sup>a</sup>	K (mg) <sup>b</sup>
<b>Fruit</b>				
Assai Palm ( <i>Euterpe oleracea L.</i> )	58	79	nd	349
Cajarana ( <i>Cabralea cangerana Sald.</i> )	Nd	15	nd	328
Candied fruit	10	4	nd	20
Cashew nut ( <i>Anacardium occidentale L.</i> )	18	14	143	31
Common grapes ( <i>Vitis vinifera L.</i> )	10	175	191	76
Common plum ( <i>Prunus domestica L.</i> )	10	17	172	59
Copal ( <i>Hymenaea spp.</i> )	24	9	nd	1293
Genipap ( <i>Genipa americana L.</i> )	58	26	nd	433
German prune ( <i>Prunus insititia</i> )	26	21	226	40
Imbú mango ( <i>Spondias tuberosa Arr.Cam.</i> )	14	31	nd	269
Jackfruit ( <i>Artocarpus integrifolia, Forst.</i> )	36	18	303	168
Japanese medlar ( <i>Eryobotria japonica Lindl.</i> )	14	9	nd	147
Mangosteen ( <i>Garcinia mangostana, Linneu.</i> )	20	11	nd	150
Mulberry ( <i>Morus sp.</i> )	32	28	nd	203
Red globe grapes ( <i>Vitis spp</i> )	Nd	204	nd	152
Red mombin ( <i>Spondias purpurea L.</i> )	40	16	nd	38
Rose apple ( <i>Eugenia jambos L.</i> )	13	13	nd	42
Sapodilla plum ( <i>Achras zapota L.</i> )	6	8	193	180
Soursop ( <i>Annona muricata L.</i> )	27	32	278	363
Sweetsop ( <i>Annona squamosa L.</i> )	46	380	nd	316
Tamarind ( <i>Tamarindus indica L.</i> )	113	3	628	386
West indian cherry ( <i>Malpighia punicifolia</i> )	11	19	146	49
<b>Beverages</b>				
Alcohol-free beer	nd	21	nd	25
Anise tea <sup>c</sup> ( <i>Pimpinella anisum</i> )	nd	2	nd	16
Artificial grenadine syrup	16	0	nd	4
Beer with alcohol	30	18	25	31
Coffee infusion <sup>c</sup> ( <i>Coffea arábica, Linneu.</i> )	8	5	88	71
Cola-type soft drink	17	21	2	1
Diet guaraná ( <i>Paullinia cupana</i> )	4	1	2	1
Guaraná-type soft drink ( <i>Paullinia cupana</i> )	nd	1	nd	3
Mate tea <sup>d</sup> ( <i>Ilex Paraguariensis, Linneu.</i> )	3	2	40	10
Orange soft drink ( <i>Citrus sinensis</i> )	nd	1	nd	19
Tonic water	nd	1	nd	1

continued...

**Table 1 (continued) Comparison of phosphorus and potassium in different foods such as fruits, beverages, legumes and sweets of interest in the dietary management of patients with renal failure**

	P (mg) <sup>a</sup>	P (mg) <sup>b</sup>	K (mg) <sup>a</sup>	K (mg) <sup>b</sup>
<b>Miscellaneous</b>				
Black milk chocolate	231	26	384	451
Boiled hen egg	180	199	130	80
Caramel candy	119	12	123	93
Cooked bean broth ( <i>Phaseolus vulgaris L.</i> )	11	113	34	334
Cooked beans ( <i>Phaseolus vulgaris L.</i> )	114	162	338	334
Cooked beans and bean broth ( <i>Phaseolus vulgaris L.</i> )	148	129	416	292
Crisp black milk chocolate	nd	27	nd	365
Eucalyptus flavored candy	nd	12	nd	37
Hard candy	nd	20	nd	134
Raw beans ( <i>Phaseolus vulgaris L.</i> )	420	403	1038	880
Raw beans soaked 12hs at 28°C ( <i>Phaseolus vulgaris L.</i> )	nd	241	nd	877
Ultra High Temperature (UHT) whole milk	93	108	152	126
White chocolate	nd	25	nd	406
White chocolate with fruits	nd	18	nd	389
Yogurt flavored candy	nd	11	nd	56

<sup>a</sup>- phosphorus and potassium content obtained from food chemical composition tables;

<sup>b</sup>- mean phosphorus and potassium content obtained from the analyses performed;

<sup>c</sup>- 4% coffee infusion;

<sup>d</sup>- 2.5% tea infusion;

<sup>e</sup>- 2% tea infusion;

<sup>nd</sup>- not available.

All steps for the preparation and analysis of the material were carried out in duplicate. Twenty-six fruits were selected, washed, freed of seeds and separated into 2g raw aliquots; the solid, liquid and preparation processed foods were separated into 3g aliquots. Materials were then dried in an oven at 100°C and reduced to ashes in a crucible at 400°C, followed by ash extraction with 20% HNO<sub>3</sub>, for phosphorus and potassium determination. Potassium was determined with a flame photometer (FC-280 CELM) and inorganic phosphorus was determined by the molybdenum blue method, with quantitative determination being performed with a spectrophotometer (Spectronic 20 Bausch Lomb). This method is valid and validated against another method of reference for determination of potassium in foods (SPITZER *et al.*, 1973). The method of phosphorus is also validated in an inter-laboratory study (PULLIAINEN e WALLIN, 1994).

The coefficient of variation of the biochemical parameters was always lower than 5%, tested by standard curves with five points in triplicate. The maximum variation accepted in the duplicate determination of foods was 10%. If variation exceeded that value, results were discarded and new determinations were performed.

The results obtained in the present study were compared with the following food data tables: 1) IBGE, 1996; 2) FRANCO, 1999; 3) PHILIPPI, 2002 and 4) UNITED STATES, 1976-1986.

The results are reported in milligrams per 100g of the original material, for convenience and uniformity with existing nutrition and dietetic tables.

**Table 2 Composition of a low P and K diet used at HCFMRP\*\***

	Home measurement/ Quantity	P (mg) <sup>a</sup>	P (mg) <sup>b</sup>	K (mg) <sup>a</sup>	K (mg) <sup>b</sup>
<b>Breakfast</b>					
3% fat milk	1 American cup - 150ml	143	103	232	128
Refined sugar	1 tablespoon - 15g	0	0	0.4	23
French bread	1/2 unit - 25g	21	133	22	134
Margarine	1 teaspoon - 5g	1	2	2	3
<b>Morning snack</b>					
Apple ( <i>Malus sylvestris</i> , Mill.)	1 small unit - 100g	7	3	115	93
Sweet potato compote ( <i>Convolvulus batata</i> L.)	2 tablespoons - 80g	13	18	185	161
<b>Lunch</b>					
Boiled rice ( <i>Oryza sativa</i> , Linneu.)	4 tablespoons - 80g	22	27	22	19
Boiled chopped meat	1 1/2 tablespoon - 30g	45	136	73	175
Boiled carrot ( <i>Daucus carota</i> , Linneu.)	5 tablespoons - 65g	19	21	147	163
Tomato ( <i>Solanum lycopersicum</i> )	1/2 medium unit - 45g	10	14	93	74
Pineapple ( <i>Ananas sativus</i> )	1 medium slice - 100g	7	11	113	117
Guava paste ( <i>Psidium guajava</i> L.)	2 tablespoons - 80g	13	29	nd	173
<b>Afternoon snack</b>					
Pear ( <i>Pyrus communis</i> L.)	1 small unit - 100g	11	10	125	64
Homemade pumpkin compote ( <i>Cucurbita maxima</i> , Dunch.)	2 tablespoons - 80g	113	7	nd	17
<b>Supper</b>					
Pasta with tomato sauce	2 tablespoons - 60g	30	18	37	72
Baked chicken	1 medium leg - 40g	52	146	63	193
Manioc meal <sup>f</sup>	3 tablespoons - 48g	15	27	16	185
Boiled zucchini ( <i>Cucurbita pepo</i> L.)	7 tablespoons - 98g	39	6	248	93
Lettuce ( <i>Lactuca sativa</i> L.)	2 large leaves - 30g	7	22	79	110
Watermelon ( <i>Citrullus vulgaris</i> , Sobrad.)	1 thin slice - 100g	9	9	116	94
<b>Evening snack</b>					
3% fat milk	1 American cup - 150ml	143	103	232	128
Refined sugar	1 tablespoon - 15g	0	0	0.4	23
French bread	1/2 unit - 25g	21	133	22	134
Margarine	1 teaspoon - 5g	1	2	2	3
<b>Total</b>					
Energy Kcal	1800	742	828	1945	2101
Protein - g	40				
High biological value proteins - g	30 (75%)				
Lipids - g	50				
Carbohydrates - g	300				

\*\* vegetable oil for food preparation is included in the calculations;

<sup>a</sup>- phosphorus and potassium content obtained from food composition tables;

<sup>b</sup>- mean phosphorus and potassium content obtained from the analyses performed;

<sup>f</sup>- manioc flour preparation: 30g manioc flour dressed with 20g margarine and with seasonings added at will;

<sup>nd</sup>- not available.

## RESULTS AND DISCUSSION

Comparison of phosphorus and potassium content of the selected foods is presented in Table 1. In the reference tables we could not find data about phosphorus content of 14 foods and potassium content of 26 foods. In addition, the values obtained in the present study were different for all foods as compared to the tables, except for phosphorus in rose apple fruit (*Eugenia jambos L.*).

With respect to phosphorus, the greatest difference in the fruit group was detected for the sweetsop (*Annona squamosa L.*), in the beverages group for the artificial grenadine syrup, and in the miscellaneous foods for the black milk chocolate. With respect to potassium, the greatest difference, in the fruit group, was found for the tamarind (*Tamarindus indica L.*), mate tea (*Ilex Paraguariensis, Linneu.*) in the beverages group, and cooked bean broth in the miscellaneous foods.

The smallest difference in phosphorus content was found for sapodilla plums (*Achras zapota L.*) in the fruit group, mate tea (*Ilex Paraguariensis, Linneu.*) in the beverages group, and in Ultra High Temperature milk in the miscellaneous foods. The smallest difference in potassium was also found for sapodilla plums (*Achras zapota L.*) in the fruit group; cola-type and diet guarana soft drinks in the beverages group, and cooked beans in the miscellaneous foods.

Table 2 shows the comparison of a low protein diet (40g protein) with phosphorus and potassium restriction. The potassium content of guava paste and of pumpkin compote was not found in the tables consulted and the values obtained were different for all other foods, except for phosphorus in refined sugar and in watermelon (*Citrullus vulgaris, Sobrad.*).

With respect to phosphorus, the greatest difference was found in the analysis of French bread and the smallest in the analysis of margarine and pears (*Pyrus communis L.*); with respect to potassium, the greatest and smallest differences were found in manioc meal and in margarine, respectively. Comparison of the total nutrients of the diet analyzed with those obtained from the consulted table showed a greater difference in potassium content.

The nutrients composition of a given food may differ according to the database employed (whether Brazilian or international). In raw foods, as fruits and other vegetables, mineral content may vary from production to final consumption: agricultural practices, genetic varieties, soil and climate characteristics, storage and commercialization conditions also have to be considered. Industrial processing, at any level, is another source of differences (ALBINO *et al.*, 1999; BARROS *et al.*, 1980; IBGE, 1986; LAJOLO e VANNUCCHI, 1987; PENNINGTON *et al.*, 1995; PHILIPPI *et al.*, 1995; TAHVONEM, 1993).

Our results differed from 4.5 to 20% from those of CUPPARI *et al.* (2004) regarding potassium content in raw apple, beans, cooked carrot and raw pineapple. Differences were higher when our results were compared to those of TSALTAS (1969) regarding potassium content of tomato (74mg and 240mg, respectively) and cooked carrot (230mg and 163mg, respectively).

Therefore it is important to measure actual food composition, instead of entirely relying in tables of food composition to plan a phosphorus/potassium-restricted diet for kidney failure patients. Errors may become cumulative and patient control on that particular item may become difficult or impossible.

## CONCLUSIONS

Dietitians who regularly use food composition data to plan and evaluate low phosphorus and potassium diets need to obtain safe data about the concentration of these specific nutrients. The United Nations Organization for Food and Agriculture recommends the elaboration of composition tables for foods locally produced and consumed (HARDISSON *et al.*, 2001). Since Brazil is a country of large dimensions with different climatic and cultural conditions, which can influence the nutritive value of foods, it is necessary to elaborate and use Brazilian research instruments that consider the variability of nutrients. In addition, phosphorus and potassium content of the foods hereby analyzed may be used as a guide for professionals working with low phosphorus and potassium diets, when other data are not available.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS/REFERENCES

- ALBINO, E.; BARRETO, R.L.S.B.; COELHO-DUARTE, A.C.; COELHO-DUARTE, R.; MENDES, A.C.R. Análise da concentração de potássio em alguns frutos cultivados no Nordeste. *Higiene Alimentar*, v.13, n.62, p.34-6, 1999.
- BARROS, E.J.G.; GASTALDO, G.T.; COSTA, C.; PROMPT, C.A. Teor de K e Na em bebidas alcoólicas e não alcoólicas. *J.Bras.Nefrol.*, v.2, n.1, p.15-7, Fev. 1980.
- BARSOTTI, G.; GIANNONI, A.; MORELLI, E.; LAZZERI, M.; VLAMIS, I.; BALDI, R.; GIOVANETTI, S. The decline of renal function slowed by very low phosphorus intake in chronic renal patients following a low nitrogen diet. *Clin. Nephrol.*, v.21, n.1, p.54-9, Jan. 1984.
- CUPPARI, L.; AMANCIO, O.M.S.; NOBREGA, M.; SABBAGA, E. Preparo de vegetais para utilização em dieta restrita em potássio. *Nutrire* v.28, n.1, dez. 2004.
- ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture.Human Nutrition Information Service: *Composition of foods*. Washington, DC: National Academy of Science, 1976- 1986. p.1-16.
- \_\_\_\_\_. Department of Agriculture (USDA). Agricultural Research Service: *Nutrient Database for Standard Reference*, Release 15. Washington, DC, 2002.
- FRANCO, G. *Tabela de composição química dos alimentos*. 9.ed. São Paulo, SP: Atheneu, 1999.
- HARDISSON, A.; RUBIO, C.; BAEZ, A.; MARTIN, M.; ALVAREZ, R.; DIAZ, E. Mineral composition of the banana (*Musa acuminata*) from the island of Tenerife. *Food Chemistry*, v.73, n.2, p.153-61, 2001.
- IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Estudo nacional da despesa familiar: tabela de composição de alimentos*. 3.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1985. v.3.

- IRELAND, J.D.; MOLLER, A. Review of international food classification and description. *J. Food Comp. Anal.* v.13, n.4, p.529-38, 2000.
- JONES, W.L. Demineralization of a wide variety of foods for the renal patient. *J. Renal Nutr.* v.11, n.2, p.90-6, 2001.
- KOPPLE, J.D. Renal disorders and nutrition. In: SHILS, M.E.; OLSON, J.A.; SHIKE, M.; ROSS, A.C. *Modern nutrition in health and disease*. 9<sup>th</sup> ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1999.p.1439-72.
- LAJOLO, F.M. Efeito do processamento sobre o valor nutricional dos alimentos. Situação na América Latina e Caribe, e importância para elaboração de tabelas de composição. *Arch. Latinoam. Nutr.*, v.37, n.4, p.666-72, dic. 1987.
- LAJOLO, F.M.; MENEZES, E.W. Uma análise retrospectiva e contextualização da questão. *Bol. SBCTA*, v.31, n.2, p.90-2, jul/dez. 1997.
- LAJOLO, F.M.; VANNUCCHI, H. Tabelas de composição de nutrientes em alimentos: situação no Brasil e necessidades. *Arch. Latinoam. Nutr.*, v.37, n.4, p.702-13, dic. 1987.
- LOUIS, C.J.; DOLAN, E.M. Removal of potassium in potatoes by leaching. *J. Am. Diet. Assoc.*, Chicago, v.57, n.1, p.42-3, Jul. 1970.
- LUMLERTGUL, D.; BURKE, T.J.; GILLUM, D.M.; ALFREY, A.C.; HARRIS, D.C.; HAMMOND, W.S.; SCHRIER, R.W. Phosphate depletion arrests progression of chronic renal failure independent of protein intake. *Kidney Int.*, New York, v.29, n.3, p.658-66, Mar. 1986.
- PENNINGTON, J.A.T.; SCHOEN, S.A.; SALMON, G.D.; YOUNG, B.; JOHNSON, R.D.; MARTS, R.W. Composition of core foods of the U S food supply, 1982-1991. I. Sodium, phosphorus, and potassium. *J. Food Comp. Anal.*, v.8, n.1, p.91-128, 1995.
- PHILIPPI, S.T. 2002. *Tabela de composição de alimentos: suporte para decisão nutricional*. 2. ed. São Paulo, SP.
- PHILIPPI, S.T.; RIGO, N.; LORENZANO, C. Estudo comparativo entre tabelas de composição química dos alimentos para avaliação de dietas. *R. Nutr. PUCCAMP* v.8, n.2, p.200-13, 1995.
- PULLIAINEN, T.K.; WALLIN, H.C. Determination of total phosphorus in foods by colorimetric measurement of phosphorus as molybdenum blue after dry-ashing: NMKL, interlaboratory study. *J.A.O.A.C. Int.* v.77, n.6, p.1557-61, Nov-Dec. 1994.
- SILVA, L.F.; SANTOS, R.M.A.; SOUZA, I.M.; COSTA, J.A.C.; MARCHINI, J.S. Terapia nutricional na insuficiência renal crônica. *Nutrire* v.19/20, n.1; 105-27, Dez. 2000.
- SPITZER, M.E.; RITCHEY, C.; GLENNON, J.M.; VILLARREAL, Y.; MASON, Jr., A.D. A rapid method of preparing food for sodium and potassium analyses. *J. Am. Diet. Assoc.*, v.62, n.1, p.44-6, 1973.
- TAHVONEN, R. Contents of selected elements in some fruits, berries, and vegetables on the Finnish market in 1987-1989. *J. Food Comp. Anal.* v.6, n.1, p.75-86, 1993.
- TSALTAS, T.T. Dietetic management of uremia patients. I. Extraction of potassium from foods for uremic patients. *Am. J. Clin. Nutr.*, Bethesda, v.22, n.4, p.490-3, Apr.1969.

Recebido para publicação em 14/04/04.

Aprovado em 07/04/05.



# Avaliação do estado nutricional em relação ao zinco de pré-escolares submetidos a um programa de fortificação com ferro\*

## *Evaluation of zinc nutritional status in pre-schoolers children under iron fortification program*

### ABSTRACT

MICHELAZZO, F.B.; FISBERG, M.; COZZOLINO, S.M.F. Evaluation of zinc nutritional status in pre-schoolers children under iron fortification program. *Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.* = J. Brazilian Soc. Food Nutr., São Paulo, SP, v. 29, p. 11-23, jun. 2005.

*The purpose of the study was to assess zinc nutritional status in pre-school children under a program of iron fortification program. Forty-three pre-school children in day-nurseries from São Paulo City were submitted to a supplementation program with iron aminoacid chelate, to be the same as 20% from the recommendation for this age. The nutritional status was evaluated for zinc erythrocyte concentration by atomic absorption spectrophotometry. The average zinc level ( $\pm$  SD) was 8.7 ( $\pm$  2.8)  $\mu$ g Zn/ mL erythrocyte in phase I (PhI) of the study and 10.2 ( $\pm$  3.2) in PhII. When expressed by grams of hemoglobin, zinc concentration was 31.0 ( $\pm$  11.8) in PhI and 34.3 ( $\pm$  10.7) in PhII. The data showed that iron fortification was efficient to improve hemoglobin values and the zinc bioavailability was not affected by iron aminoacid chelate.*

**Keywords: nutritional status; zinc; erythrocyte; iron supplementation.**

FERNANDA BERALDO MICHELAZZO<sup>1</sup>; MAURO FISBERG<sup>2</sup>; SILVIA MARIA FRANCISCATO COZZOLINO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Nutrição e Minerais do Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

<sup>2</sup>Disciplina de Nutrição e Metabolismo do Departamento de Pediatria da Universidade Federal de São Paulo/Escola Paulista de Medicina, São Paulo, Brasil.

**Endereço para correspondência:**  
USP/FCF/ Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira"  
Av. Prof. Lineu Prestes, 580, B114  
CEP: 05505-900

São Paulo, SP, Brasil.  
Tel: 011.3091.3625  
Fax: 011.3091.4410

e-mail:  
nutrimichelazzo@yahoo.com.br

\* Parte da dissertação de mestrado em Ciência dos Alimentos – Área: Nutrição Experimental, apresentada na Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, em 1998. Financiada parcialmente pelo CNPq.

## RESUMEN

*El objetivo del estudio fue evaluar el estado nutricional, en relación al zinc, de preescolares sometidos a un programa alimentar con hierro. Para esto, 43 preescolares que frecuentaban jardín infantil en la ciudad de São Paulo recibieron suplemento de hierro aminoácido quelato, equivalente a 20% de la recomendación para esa edad. La concentración de zinc en el eritrocito, determinada por espectrofotometría de absorción atómica, fue el parámetro utilizado para la evaluación del estado nutricional. La concentración media ( $\pm$  desviación estándar) fue de 8,7 ( $\pm$  2,8)  $\mu$ g Zn/ml de eritrocito en la fase I (FI) del estudio y 10,2 ( $\pm$  3,2) en la fase II (FII). Cuando los resultados fueron expresados por grama de hemoglobina, en la fase I fue de 31,0 ( $\pm$  11,8) y en la fase II fue de 34,3 ( $\pm$  10,7). Los resultados mostraron que la fortificación con hierro fue eficiente en aumentar los valores de hemoglobina y que la biodisponibilidad de zinc no sufrió interferencia del hierro aminoácido quelato.*

**Palabras clave: estado nutricional; zinc; eritrocito; suplementación con hierro.**

## RESUMO

*O estudo teve como objetivo avaliar o estado nutricional em relação ao zinco de pré-escolares submetidos a um programa de fortificação alimentar com ferro. 43 pré-escolares que freqüentavam creches do município de São Paulo foram submetidos a uma suplementação com ferro aminoácido quelato, equivalente a 20% das recomendações para esta idade. A concentração de zinco no eritrócito determinada por espectrofotometria de absorção atômica foi o parâmetro utilizado para a avaliação do estado nutricional. A concentração média ( $\pm$  desvio-padrão) foi de 8,7 ( $\pm$  2,8)  $\mu$ g Zn/mL de eritrócito na fase I (FI) do estudo e 10,2 ( $\pm$  3,2) na fase II (FII). Quando os resultados foram expressos por grama de hemoglobina, na fase I foi de 31,0 ( $\pm$  11,8) e na fase II foi de 34,3 ( $\pm$  10,7). Os dados evidenciam que a fortificação com ferro foi eficiente em aumentar os valores de hemoglobina e que a biodisponibilidade do zinco não sofreu interferência do ferro aminoácido quelato.*

**Palavras-chave: estado nutricional; zinco; eritrócito; suplementação com ferro.**

## INTRODUÇÃO

Os minerais têm sido cada vez mais investigados não apenas em relação às suas funções no organismo, mas, também, visando a elucidação de um possível papel na etiologia e/ou patogênese de doenças. O zinco tem sido muito estudado e sua magnitude tem aumentado, à medida que foram estabelecidas suas relações com funções vitais no organismo. A importância do zinco, na vida humana, foi de fato reconhecida por PRASAD *et al.* em 1961, que evidenciaram o seu papel no crescimento e demonstraram que sua deficiência é um fator etiológico importante, no retardo da maturação sexual e crescimento como um todo.

A partir de então, investigações sobre as funções do zinco no organismo e consequentemente na saúde humana foram intensificadas. GIBSON (1991) e FAIRWEATHER-TAIT *et al.* (1995), relataram a alta prevalência da deficiência de zinco em populações, especialmente as de maior risco nutricional como crianças. Na 3ª. Pesquisa Nacional em Saúde e Nutrição realizada na população americana (*National Health and Nutrition Examination Survey* – NHANES III) foi mostrado que crianças entre 1 e 3 anos de idade, adolescentes do sexo feminino de idade entre 12 e 19 anos e adultos maiores de 71 anos se encontravam entre os que apresentavam maiores riscos de ingestão inadequada de zinco, quando comparados à recomendação diária para cada faixa etária (BRIEFEL *et al.*, 2000).

Por outro lado, a população infantil tem alta prevalência de anemia por deficiência de ferro, especialmente no período pré-escolar, em que a composição da dieta é desfavorável à absorção de ferro (MINIHANE e FAIRWEATHER-TAIT, 1998), especialmente em países em desenvolvimento, onde após o segundo ano de vida da criança, a cobertura de programas governamentais de suplementação declina abruptamente, tendendo a se anular nas idades seguintes, como é o caso do Brasil (MONTEIRO, 2000).

A fortificação de alimentos com nutrientes essenciais tem sido uma das estratégias mais utilizadas em programas de intervenção e recuperação nutricional, com resultados satisfatórios na luta contra as deficiências nutricionais específicas. Pode-se citar, como exemplo, a anemia ferropriva, na qual a fortificação de alimentos com ferro tem sido a estratégia predominante nas últimas décadas, em diversos países do mundo, com êxito no combate a tal carência (MEJIA, 1994; LAYRISSE *et al.*, 1996; ALMEIDA *et al.*, 2001).

Entretanto, as possíveis interações entre ferro e zinco decorrentes de um fenômeno competitivo durante a absorção e/ou utilização dos mesmos, têm sido cada vez mais evidenciadas, especialmente em estudos de biodisponibilidade destes minerais. As características químicas destes nutrientes são similares e predizem um antagonismo biológico, competindo, entre si, por ligantes de transporte e por receptores (COUZY *et al.*, 1993, GUNSHIN *et al.*, 1997).

As investigações atuais convergem para a determinação do veículo alimentar e da fonte de ferro mais apropriados para a fortificação, com o intuito de minimizar as possíveis interações entre o ferro e os demais constituintes da dieta, especialmente o zinco. Portanto,

torna-se de importância a avaliação do estado nutricional relativo ao zinco em crianças pré-escolares submetidas a programas de fortificação alimentar com ferro, já que constituem um grupo de risco nutricional, não somente para anemia ferropriva, como também para a deficiência de zinco.

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da fortificação alimentar com ferro no estado nutricional em relação ao zinco em crianças pré-escolares.

## MÉTODOS

A amostra compreendeu 43 pré-escolares que freqüentavam creches do município de São Paulo que atendem crianças de baixo nível socioeconômico e as mantém por dez horas diárias (de 7h00 às 17h00), por cinco dias da semana (de 2ª a 6ª feira), oferecendo cinco refeições diárias (café da manhã, lanche, almoço, merenda e jantar). A participação dos voluntários só ocorreu mediante a assinatura de termo de consentimento dos pais ou responsáveis.\*

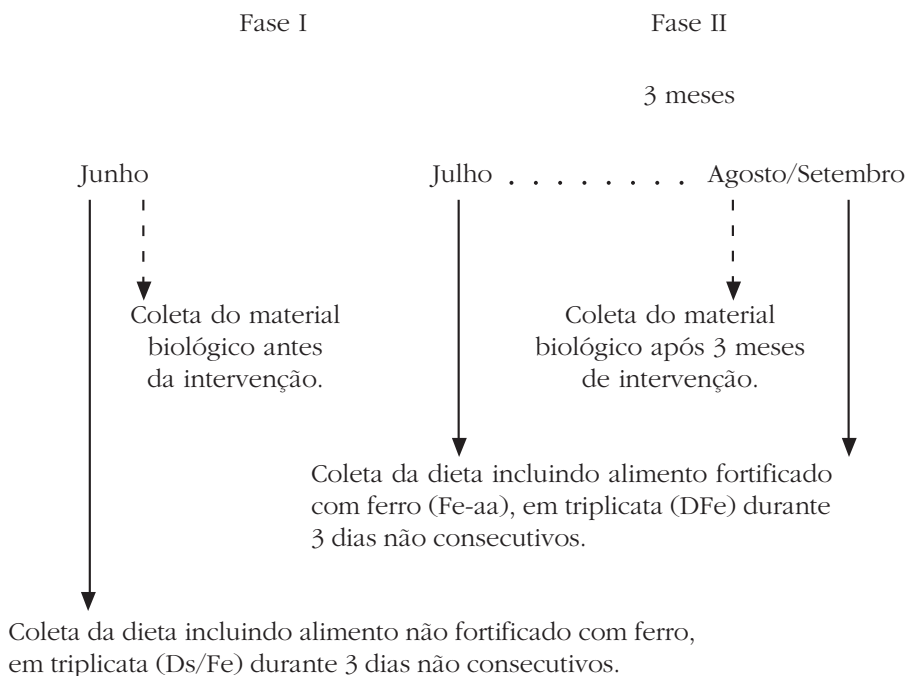
O estudo foi realizado no 2º semestre de 1994, em dois momentos: FASE I (FI), período pré-suplementação, com duração de 1 mês, onde os pré-escolares, após serem caracterizados quanto ao sexo, idade, peso e estatura, receberam dieta incluindo alimento não fortificado com ferro, contendo 980kcal, 35g de proteína (14%), 10,7mg de ferro e 4,9mg de zinco, e FASE II (FII), período de suplementação, com duração de 3 meses, onde os pré-escolares receberam dieta incluindo alimento fortificado com ferro, contendo 1056kcal, 37g de proteína (14%), 15,7mg de ferro e 5,7mg de zinco. O queijo “*petit-suisse*” (porção de 90g), foi o alimento fortificado com 2,0g de ferro aminoácido quelato (2,0mg de ferro/porção), equivalente a 20% das recomendações de ferro para a idade (NRC/RDA, 1989). A Figura 1 pode representar melhor o desenho experimental da investigação.

O parâmetro bioquímico utilizado, para a avaliação do estado nutricional em relação ao zinco, foi a concentração de zinco no eritrócito. A coleta do material biológico (sangue) seguiu as fases do programa de fortificação alimentar com ferro, ou seja, na FI e FII (intervalo de 3 meses). O plasma foi separado do eritrócito por centrifugação a 3.000rpm por 15min. a 4°C. O eritrócito precipitado foi lavado com solução salina tamponada por 2 vezes, em centrífuga SORVALL®RC5C a 10.000rpm por 10min. a 4°C\*\*. A determinação de zinco no eritrócito foi feita por espectrofotometria de absorção atômica (WHITEHOUSE *et al.*, 1982), seguindo a padronização de metodologia feita por Cordeiro (CORDEIRO, 1994), na qual se constatou um nível de precisão desejável nas análises e não interferências de matriz neste tipo de material biológico.

---

\* Aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo/Escola Paulista de Medicina.

\*\* Técnica padronizada pelo Laboratório de Nutrição e Minerais do Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.



**Figura 1** Desenho experimental do programa de fortificação com ferro. São Paulo, 1994

Uma alíquota de 300 $\mu$ L de massa de eritrócito foi diluída 40 vezes em água processada pelo MILLI-Q® Water System (Continental Water System Corp. El Paso, Texas). Esta diluição foi feita em duas etapas chamadas de lisado 1 e 2, correspondentes respectivamente, a uma diluição da alíquota na proporção de 1:4; e uma segunda diluição na qual foram pipetados em triplicata 200 $\mu$ L do lisado 1 e diluídos novamente na proporção de 1:10. Após homogeneização, as amostras de lisado dois foram aspiradas diretamente no espectrofotômetro de absorção atômica Perkin-Elmer 5000, nas seguintes condições: comprimento de onda de 213,9nm, fenda 0,7nm, chama oxidante com mistura de acetileno (25):ar (40), e três leituras com tempo de integração de 3 segundos.

Para expressar os resultados de zinco por massa de hemoglobina, a concentração de hemoglobina no lisado 1 foi determinada paralelamente, com devidos ajustes das diluições no cálculo final das análises. Uma alíquota de 20 $\mu$ L deste lisado foi diluída em 5mL de solução de Drabkin para determinação pelo método da cianometahemoglobina (DRABKIN e AUSTIN, 1935) utilizando “kit” da Labtest com leitura em espectrofotômetro UV visível (Hitachi U-1100), no comprimento de onda de 540nm.

Para verificar a exatidão das leituras das amostras, utilizou-se um padrão certificado, obtido de fígado bovino liofilizado (BCR Nº 185). Os reagentes, para análise, tinham

pureza analítica (PA), o padrão utilizado foi o Tritisol®-Merk preparado por diluição em água desionizada nas concentrações de 0,1; 0,2; 0,3; 0,5 e 1,0µg/mL. A vidraria foi devidamente desmineralizada em solução de ácido nítrico a 30% por 12h.

A análise estatística se deu por meio de cálculos da média, desvio-padrão e coeficiente de variação de Pearson. O teste t de *Student* foi utilizado para comparação da variabilidade entre as fases e os indivíduos do estudo (BUSSAB, 1988).

## RESULTADOS

Das 43 crianças pré-escolares estudadas, 21 foram do sexo masculino e 22 do sexo feminino, todas compreendidas entre 1 ano e 9 meses e 7 anos e 2 meses de idade. A idade média para os meninos foi de 3 anos e 5 meses ( $\pm 1,4$ ), e para as meninas foi de 3 anos e 3 meses ( $\pm 1,5$ ); os meninos tiveram peso corporal médio de 16,6kg ( $\pm 2,7$ ), as meninas de 15,8kg ( $\pm 3,1$ ), e todos compreendidos na faixa ponderal de 11,0 a 23,1kg; a estatura média para os meninos foi de 101,7cm ( $\pm 11,4$ ), para as meninas foi de 101,5cm ( $\pm 16,8$ ), e de 84,5 a 165,0cm foi a faixa estatural que compreendeu todas as crianças.

Na Tabela 1, tem-se a distribuição do total destes pré-escolares por intervalo de escore-Z, segundo peso para estatura, peso para idade e estatura para idade, de acordo com a faixa etária.

**Tabela 1** Distribuição de crianças pré-escolares submetidas a um programa de suplementação com ferro por intervalo de escore-Z, segundo peso para estatura, peso para idade e estatura para idade, de acordo com a faixa etária. São Paulo, 1994

FAIXA ETÁRIA	n §	ESCORE-Z					
		P/A* MÉDIA	DP	P/I** MÉDIA	DP	A/I*** MÉDIA	DP
De 1,09 a 2 anos	1	1,07		2,96		4,74	
De 2,01 a 3 anos	15	-0,06	1,17	1,72	1,02	1,57	1,07
De 3,01 a 4 anos	10	0,62	1,01	0,83	0,77	0,60	1,03
De 4,01 a 5 anos	8	0,36	1,58	0,65	0,75	0,55	1,22
De 5,01 a 6 anos	5	-0,20	0,82	0,23	0,66	0,74	1,31
De 6,01 a 7,02 anos	4	-1,13	0,21	-0,42	0,58	2,41	2,82
De 1,09 a 7,02 anos	43	0,16	1,20	0,62	0,95	1,21	1,51

§ Casuística;

\* P/A = Indicador de Peso em relação à Estatura;

\*\* P/I = Indicador de Peso em relação à Idade;

\*\*\* A/I = Indicador de Estatura em relação à Idade.

Ponto de corte baseado em 95% da distribuição central (WHO, 1995): -2 a +2 escores-Z

As concentrações médias de zinco no eritrócito expressas por mL foram similares entre os pré-escolares, quando comparados por fases e entre os sexos, sem diferença estatisticamente significativa ( $P < 0,05$ ). Enquanto as meninas apresentaram um valor médio de 8,8 ( $\pm 3,3$ ) e 10,4 ( $\pm 3,8$ )  $\mu\text{g Zn/mL}$  eritrócito nas FI e FII, respectivamente, os meninos apresentaram um valor médio de 8,6 ( $\pm 2,2$ ) e 10,1 ( $\pm 2,6$ )  $\mu\text{g Zn/mL}$  eritrócito nas FI e FII, respectivamente. Entretanto, quando a distribuição dos pré-escolares é feita de acordo com os pontos de corte de normalidade para cada parâmetro bioquímico observado, o mesmo não ocorre. A Tabela 2 mostra o número e porcentagem de pré-escolares distribuídos por faixa etária e fase de estudo.

**Tabela 2** Número e porcentagem de pré-escolares submetidos a um programa de suplementação com ferro, de acordo com os pontos de corte para concentração de zinco por mL de eritrócito e concentração de zinco por grama de hemoglobina, segundo faixa etária e fase de estudo. São Paulo, 1994

FAIXA ETÁRIA		$\mu\text{g Zn/ mL ERIT.}$						$\mu\text{g Zn/ g Hb}$					
		FI			FII			FI			FII		
		< 10	10-14	> 14	< 10	10-14	> 14	< 40	40-44	> 40	< 40	40-44	> 40
De 1,09 a 2 anos	n=1 %	1 100,0	-	-	1 100,0	-	-	1 100,0	-	-	1 100,0	-	-
De 2,01 a 3 anos	n=15 %	9 60,0	4 27,7	2 13,3	5 33,3	9 60,0	1 6,7	12 80,0	-	3 20,0	9 60,0	3 20,0	3 20,0
De 3,01 a 4 anos	n=10 %	7 70,0	3 30,0	-	7 70,0	3 30,0	-	10 100,0	-	-	7 70,0	1 10,0	2 20,0
De 4,01 a 5 anos	n=8 %	7 87,5	1 12,5	-	3 37,5	4 50,0	1 12,5	7 87,5	1 12,5	-	6 75,0	2 25,0	-
De 5,01 a 6 anos	n=5 %	5 100,0	-	-	2 40,0	3 60,0	-	5 100,0	-	-	4 80,0	1 20,0	-
De 6,01 a 7,02 anos	n=4 %	3 75,0	1 25,0	-	2 50,0	2 50,0	-	4 100,0	-	-	4 100,0	-	-
De 1,09 a 7,02 anos	n=43 %	32 74,4	9 20,9	2 4,7	20 46,5	21 48,8	2 4,7	39 90,7	1 2,3	3 7,0	30 69,7	7 16,3	6 14,0

n = nº de casos por faixa etária e total;

% = porcentagem de casos por faixa etária;

FI = Fase I, período de Pré-fortificação;

FII = Fase II, período de Pós-fortificação.

Valores normais: 10 a 14  $\mu\text{g Zn/mL}$  Eritrócito (BRODY, 1994);

40 a 44  $\mu\text{g Zn/g Hb}$  (GUTHRIE e PICCIANO, 1995).

Considerando o valor de zinco no eritrócito expresso por grama de hemoglobina, o resultado obtido variou em função do total de hemoglobina nos eritrócitos (Tabela 3). Na fase pré-suplementação (FI), as meninas apresentaram uma concentração média de 27,2 ( $\pm 5,0$ )  $\mu\text{g Zn/g Hb}$  e os meninos 30,0 ( $\pm 3,7$ )  $\mu\text{g Zn/g Hb}$ . Com a suplementação de ferro (FII), as meninas apresentaram uma concentração média de 30,1 ( $\pm 8,1$ )  $\mu\text{g Zn/g Hb}$  e os meninos 30,7 ( $\pm 5,5$ )  $\mu\text{g Zn/g Hb}$ .

**Tabela 3** Valores médios da concentração de hemoglobina por dL de eritrócito em pré-escolares submetidos a um programa de suplementação com ferro, por faixa etária, segundo a fase de estudo. São Paulo, 1994

FAIXA ETÁRIA	n *1	g Hb/ dL ERIT	
		FI *2	FII *3
De 1,09 a 2 anos	1	27,3	31,7
De 2,01 a 3 anos	15	30,0 ( $\pm 5,4$ )	30,4 ( $\pm 9,1$ )
De 3,01 a 4 anos	10	30,1 ( $\pm 3,2$ )	27,8 ( $\pm 6,5$ )
De 4,01 a 5 anos	8	25,1 ( $\pm 3,2$ )	31,5 ( $\pm 4,3$ )
De 5,01 a 6 anos	5	26,2 ( $\pm 4,8$ )	30,7 ( $\pm 4,5$ )
De 6,01 a 7,02 anos	4	29,8 ( $\pm 3,4$ )	34,0 ( $\pm 5,5$ )
De 1,09 a 7,02 anos	43	28,6 ( $\pm 4,6$ )	30,4 ( $\pm 6,9$ )

\*1: Casuística;

\*2: Pré-fortificação;

\*3: Pós-fortificação;

Valores normais: 34g Hb/dL Eritrócito (GUYTON e HALL, 1996).

## DISCUSSÃO

Das 43 crianças pré-escolares das creches estudadas, sete (16%) apresentaram deficiência de altura, sendo que seis delas encontravam-se entre os percentis 10 e 25 (dois meninos e duas meninas entre 4 e 5 anos, um menino entre 2 e 3 anos, e uma menina abaixo de 2 anos), e uma encontrava-se abaixo do percentil 3 (menina entre 3 e 4 anos), segundo os padrões de referência do *National Center for Health Statistics – NCHS* (WHO, 1995). Valores acima dos padrões também foram encontrados em 35% das crianças (15), sendo nove delas entre os percentis 75 e 90 (três meninos e quatro meninas entre 3 e 5 anos, e duas meninas entre 2 e 3 anos), cinco entre os percentis 90 e 97 (dois meninos e uma menina entre 5 e 7 anos, e duas meninas entre 2 e 3 anos) e uma acima do percentil 97 (menina com 7 anos e 2 meses). Os restantes 49% das crianças pré-escolares (21) encontravam-se adequadas dentro do mesmo padrão sugerido *NCHS*, ou seja, entre os percentis 25 e 75.

Entretanto, quando a distribuição das crianças é feita por intervalo de escore-Z (Tabela 1), utilizando o mesmo indicador de estatura para idade, a deficiência desaparece e quase todos os pré-escolares se classificam como adequados, sendo evidenciados apenas aqueles acima de 2 escores-Z, ou seja, os altos para a idade, segundo a terminologia usada pelo *Report of a WHO Expert Committee* (WHO, 1995).

Quando o indicador é o peso em relação à estatura e o critério utilizado para classificação do estado nutricional é o percentil, 65% do total dos pré-escolares, estes compreendidos entre 2 e 3 anos e entre 4 e 6 anos de idade, se encontravam adequados, ou seja, entre os percentis 25 e 75. Apenas 9% apresentaram deficiência na relação peso/estatura (abaixo do percentil 25) e 26% se encontraram acima dos padrões de referência, ou seja, com algum grau de obesidade, segundo o *NCHS*. Observa-se um aumento no número de crianças dentro da faixa de normalidade quando este indicador é utilizado, fato decorrente de que as crianças classificadas como altas para idade, entre os percentis 75 e 95, se encontravam com o peso adequado para a estatura. Apenas um menino e uma menina, realmente muito altos para idade (percentis entre 90 e 97), apresentaram deficiência no peso em relação à estatura (percentil abaixo de 10). Deve-se ressaltar também que tal indicador não leva em consideração a idade da criança, e, por isto, não substitui os demais indicadores como estatura e peso para idade, nem pode ser considerado um indicador adequado de obesidade, a qual deve ser somente avaliada num contexto de medidas de adiposidade (WHO, 1995).

Entretanto, quando o critério utilizado para classificação do estado nutricional é o escore-Z, apenas uma criança ficou acima de 2 escores-Z para o indicador peso em relação à idade, com idade abaixo de 2 anos (Tabela 1). O que não pode predizer sobrepeso, ou obesidade, uma vez que há outros indicadores mais úteis para isto, como a relação peso/estatura (WHO, 1995). As demais crianças pré-escolares foram classificadas como adequadas em ambos indicadores, de peso em relação à estatura e peso em relação à idade (Tabela 1). Sem dúvida, é necessário interpretar a informação antropométrica, por meio de tratamento estatístico que, se ajuste a uma distribuição de variáveis normais e não normais (FRIEDMAN *et al.*, 1999), e o escore-Z reflete esta distribuição, pontuando o número de desvios-padrão relativos à mediana do grupo estudado (LEJARRAGA, 1988; MONTEIRO, 2000).

Como demonstrado na Tabela 2, mais de dois terços da população estudada apresentava deficiência de zinco no início do estudo (FI), em que 74,4% dos pré-escolares encontravam-se abaixo do ponto de corte proposto por BRODY (1994), quando o resultado foi expresso em  $\mu\text{g Zn/mL}$  eritrócito zinco e 90,7%, encontravam-se abaixo do ponto de corte proposto por GUTHRIE e PICCIANO (1995), quando o resultado foi expresso por  $\mu\text{g Zn/g}$  hemoglobina. Embora o enriquecimento da alimentação através do queijo "*petit-suisse*" fortificado com ferro, não tenha refletido diferença estatisticamente significativa ( $P < 0,05$ ) quanto às concentrações médias do grupo estudado, tanto para o zinco no eritrócito como o zinco por hemoglobina, o número de casos abaixo dos pontos de cortes para a faixa de normalidade destes parâmetros diminuiu (Tabela 2).

O adicional de ferro ingerido através do queijo “*petit-suisse*” introduzido na alimentação dos pré-escolares contribuiu para a melhora do estado de hemoglobina que, por sua vez, refletiu no parâmetro do zinco expresso tanto por eritrócito como por hemoglobina. Entretanto, mesmo após a suplementação do ferro, o zinco continuou deficiente em cerca de metade da população estudada, fato este relacionado, provavelmente, com a alimentação fornecida pelas creches durante o estudo, cuja oferta de zinco ficou abaixo das recomendações, segundo o NRC/RDA (1989), 4,9 e 5,7mg/dia, FI e FII respectivamente. Além disso, as diferenças nos cardápios oferecidos poderiam de alguma forma ter influenciado a biodisponibilidade do zinco nas fases do estudo, embora sem alteração significativa da quantidade de zinco oferecida. NICKLAS *et al.* (2002), estudando o consumo de vegetais, sucos e frutas em crianças pré-escolares institucionalizadas ou não, observaram que elas não atingem as recomendações diárias em termos de porções por grupo de alimentos e, que a batata-frita constitui aproximadamente 23% de todos os vegetais consumidos, sendo que tais práticas alimentares aumentam o risco para desenvolver doenças crônicas não transmissíveis e, também, deficiências nutricionais específicas, como é o caso do zinco.

Vários estudos têm descrito a interação do ferro na absorção de zinco, especificamente em fórmulas infantis, com razões Fe/Zn maiores que 2,0 (COUZY *et al.*, 1993; DAVIDSON *et al.*, 1995; BRAGA e FISBERG, 1996). No presente estudo, esta razão foi de aproximadamente 2,7. Embora apresentando uma razão maior, não foi detectada diferença no estado de zinco, quando este foi avaliado no eritrócito, em ambos períodos pré e pós-suplementação. Tal fato pode ser explicado pela forma química do composto utilizado, isto é, ferro aminoácido quelato, que não interferiu na utilização do zinco como acontece com outras formas de ferro (HURREL *et al.*, 1989; MacPHAIL *et al.*, 1994; CHAUD e FREITAS, 1994; TORRES *et al.*, 1996).

Conforme era de se esperar, na FII, com a suplementação de ferro, houve aumento da concentração de hemoglobina nos eritrócitos para a maioria das crianças pré-escolares (Tabela 3), embora todas ainda se encontrassem deficientes, segundo os valores normais propostos por GUYTON e HALL (1996), de 34g Hb/dL de eritrócito. A variabilidade da concentração de hemoglobina, nos eritrócitos, influenciou o valor encontrado para zinco no eritrócito quando a expressão do resultado deste foi relacionada à concentração de hemoglobina.

Outros autores têm encontrado resultados semelhantes a este (NOGUEIRA *et al.*, 1992; FAIRWEATHER-TAIT *et al.*, 1995; TORRES *et al.*, 1996; FOMON *et al.*, 1997, MARREIRO, 2002), o que reforça o estímulo para novas pesquisas desta natureza.

## CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, podemos concluir que as dietas oferecidas pelas creches tanto na fase inicial (FI), como na fase final (FII) estavam deficientes em zinco. Com a introdução do alimento fortificado com ferro, houve aumento da concentração

de hemoglobina nos eritrócitos da maioria das crianças, mas, não se alterou o estado nutricional relativo ao zinco, medido por meio do zinco eritrocitário.

A fortificação do queijo “*petit-suisse*” com ferro aminoquelato não interferiu na utilização do zinco e o estado nutricional deficiente em relação ao zinco das crianças pré-escolares pode ser atribuído à qualidade da dieta oferecida.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS/REFERENCES

- ALMEIDA, C.A.N.; RICCO, R.G.; CIAMPO, L.A.; SOUZA, A.M.; OLIVEIRA, J.E.D. – Growth and hematological studies on Brazilian children of low socioeconomic level. *Arch. Latinoam. Nutr.*, v.51, p.230-5, 2001.
- BRAGA, J.A.P.; FISBERG, M. - Avaliação do estado nutricional de pré-escolares submetidos a intervenção com um suplemento lácteo fortificado com ferro. Tese de Doutorado - Universidade Federal de São Paulo/ Escola Paulista de Medicina. São Paulo, 1996. 151p.
- BRIEFEL, R.R.; BIALOSTOSKY, K.; KENNEDY-STEPHENSON, J.; McDOWELL, M.A.; ERVIN, R.B.; WRIGHT, J.D. – Zinc intake of the U.S. population: findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *J. Nutr.*, v.130, p.1367S-73S, 2000.
- BRODY, T. - *Nutricional biochemistry*. San Diego: Academic Press, 1994. p.588.
- BUSSAB, W.P. - *Estatística básica*. 4.ed. São Paulo: Atual, 1988. 321p.
- CHAUD, M.V.; FREITAS, O. - Compostos alternativos para o tratamento e/ou prevenção da anemia ferropriva. *Cad. Nutr.*, Ribeirão Preto, v.8, p.1-9, 1994.
- CORDEIRO, M.R.C. – Adequação alimentar e avaliação do estado nutricional em relação ao zinco em um grupo de idosos institucionalizados. São Paulo, 1994. 49p. Faculdade de Ciências Farmacêuticas - USP. Dissertação de Mestrado.
- COUZY, F.; KEEN, C.; GERSHWIN, M. E.; MARESCHI, J. P. - Nutritional implications of the interactions between minerals. *Prog. Food Nutr. Sci.*, Davis, v.17, p.65-87, 1993.
- DAVIDSON, L.; ALMGREN, A.; SANDSTROM, B.; HURRELL, R.F. - Zinc absorption in adults humans: the effect of iron fortification. *Br. J. Nutr.*, London, v.74, p.417-25, 1995.
- DRABKIN, D. L.; AUSTIN, J. H. - Hemoglobin determination. *J. Biol. Chem.*, v.112, p.51-65, 1935.
- FAIRWEATHER-TAIT, S.J.; WHARF, S.G.; FOX, T.E. - Zinc absorption in infants fed iron-fortified weaning food. *Am. J. Clin. Nutr.*, Bethesda, v.62, p.785-9, 1995.
- FOMON, S.J.; ZIEGLER, E.E.; SERFASS, R.E.; NELSON, S.E.; FRANTZ, J.A. - Erythrocyte incorporation of iron is similar in infants fed formulas fortified with 12mg/L or 8mg/L of iron. *J. Nutr.*, Philadelphia, v.127, p.83-8, 1997.

- FRIEDMAN, S.M.; BOYER, P.M.; RENDO, M.E.B.; MORASSO, M.C.; GAMBA, C.A.; RÍO, M.E. – Evaluación del crecimiento normal en ratas a través del puntaje Z. *Arch. Latinoam. Nutr.*, v.49, p.143-8, 1999.
- GIBSON, R. S.; HEYWOOD, A.; YAMAN, C.; SOHLSTROM, A.; THOMPSON, L. U. - Growth in children from the Wosera subdistrict, Papua New Guinea in relation to energy and protein intakes and zinc status. *Am. J. Clin. Nutr.*, Bethesda, v.523, p.782-9, 1991.
- GUNSHIN, H.; MACKENZIE, B.; BERGER, U.V.; GUNSHIN, Y.; ROMERO, M.F.; BORON, W.F.; NUSSBERGER, S.; GOLLAN, J.L.; HEDIGER, M.A. – Cloning and characterization of a mammalian proton-coupled metal-iron transporter. *Nature*, v.388, p.482-8, 1997.
- GUTHRIE, H.A.; PICCIANO, M.F. - *Human nutrition*. St. Louis: Mosby, 1995. p.351-7.
- GUYTON, A. C.; HALL, J. E. – *Text book of medical physiology*. 9<sup>th</sup>. ed. Philadelphia: W. B. Saunders, 1996. p.425-33.
- HURREL, R.F.; FURNISS, D.E.; BURRI, J. WHITTAKER, P.; LYNCH, S.R.; COOK, J.D. - Iron fortification on infant cereals: a proposal for the use of ferrous fumarate or ferrous succinate. *Am. J. Clin. Nutr.*, Bethesda, v.49, p.1274-82, 1989.
- LAYRISSE, M.; CHAVÉS, J.F.; MENDEZ-CASTELLANO, H.; BOSCH, V.; TROPPER, E.; BASTARDO, B.; GOZÁLEZ, E. – Early response to the effect of iron fortification in the Venezuelan population. *Am. J. Clin. Nutr.*, Bethesda, v.64, p.903-7, 1996.
- LEJARRAGA, H. – La superposición del crecimiento. En: Crecimiento y desarrollo “Hechos y tendencias”. Ed. Cusminsky M, Moreno, E., Ojeda, E. Pub Científica 510. OPS. Washington, USA, 1988.
- MacPHAIL, A.P.; PATEL, R.C.; BOTHWELL, T.H.; LAMPARELLI, R.D. - EDTA and the absorption of iron from food. *Am. J. Clin. Nutr.*, Bethesda, v.59, p.644-8, 1994.
- MARREIRO, D.N. – Efeito da suplementação com zinco na resistência à insulina em mulheres obesas. Tese (doutorado) apresentada à Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo - Depto Alimentos e Nutrição Experimental, São Paulo, 2002, 109p.
- MEJÍA, L.A. - Fortification of foods: historical development and current practices. *Food Nutr. Bull*, Tokyo, v.15, p.278-81, 1994.
- MINIHANE, A.M.; FAIRWEATHER-TAIT, S.J. – Effect of calcium supplementation daily nonheme-iron absorption and long-term iron status. *Am. J. Clin. Nutr.*, Bethesda, v.68, p.96-102, 1998.
- MONTEIRO, C.A. - Velhos e novos males da saúde no Brasil: a evolução do país e de suas doenças. 2<sup>a</sup>.ed., São Paulo: Hucitec/NUPENS-USP, 2000, cap 21, p. 359.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC/RDA). Food and Nutrition Board. *Recommended dietary allowances*. 10<sup>th</sup>. ed. Washington: National Academy of Science, 1989. 284p.
- NICKLAS, T.A.; BARANOWSKI, T.; BARANOWSKI, J.C.; CULLEN, K.; RITTENBERRY, L.T.; OLVERA, N. – Family and child-care provider influences on preschool children’s fruit, juice and vegetable consumption. *Nutr. Rev.*, v.59, p.224-35, 2002.
- NOGUEIRA, N.N.; COLLI, C.; COZZOLINO, S.M.F. - Controle da anemia ferropriva em pré-escolares por meio da fortificação de alimento com concentrado de hemoglobina bovina. (Estudo preliminar). *Cad. Saúde Pública*, São Paulo, v.8, p.270-86, 1992.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE - *The use and interpretation of anthropometry*. Geneva, 1995. [Technical Report Series, n. 854].

PRASAD, A.S.; WASTED, J.A.; NADINI, M. - Syndrome of iron deficiency anemia, hepatosplenomegaly, hipogonadism, dwarfism and geophagy. *Am. J. Med.*, New York, v.31, p.532-8, 1961.

TORRES, M.A.A.; LOBO, N.F.; SATO, K.; QUEIROZ, S.S. - Fortificação do leite fluido na prevenção e tratamento da anemia carencial ferropriva em crianças menores de 4 anos. *Rev. Saúde Pública*, São Paulo, v.30, p.350-7, 1996.

WHITEHOUSE, R.C.; PRASAD, A.S.; RABBANI, P.I.; COSSACK, Z.T. Zinc in plasma, neutrophils lymphocytes, and erythrocytes as determined by flameless atomic absorption spectrophotometry. *Clin. Chem.*, Winston-Salem, v.28, p.475-80, 1982.

Recebido para publicação em 02/06/04.

Aprovado em 23/11/04.



# Aplicabilidade da variedade e da diversidade como indicadores da qualidade da dieta de indivíduos com glicemia alterada

## *Variety and diversity applicability as diet quality indices in individuals with altered glicemia levels*

### ABSTRACT

TAGLIETA, J.; CERVATO, A.M. Variety and diversity applicability as diet quality indices in individuals with altered glicemia levels. *Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.* = J. Brazilian Soc. Food Nutr., São Paulo, SP, v. 29, p. 25-39, jun. 2005.

*To evaluate the quality of a diet, one must incorporate an analysis of various dietary factors related to the prevention of chronic non-communicable diseases and health promotion. A methodological proposal based on dietary variety and diversity was developed for this analysis, thus verifying its applicability to a group of individuals with altered glycemia who reside in the City of Piracicaba in the State of São Paulo. Information on demographics (sex and age), diet (24h recalls) and Body Mass Index (BMI) was obtained by means of the interviews. The Brazilian Market Research Association criteria for social-economic levels were used. In order to evaluate the level and frequency of physical activity, the International Physical Activities Questionnaire was used. Assessment of glycemia levels was performed after fasting. Diversity was analyzed according to the number of portions eaten and dietary variety was calculated by verifying the types of food consumed. Variety was presented as minimum, average and maximum levels and according to gender, social-economic level, age, BMI and physical activity levels and frequency. In order to analyze differences among averages the Kruskal-Wallis (with a 95% reliability level) test was applied. Diversity items were described according to their adaptation levels. The total number of different food items consumed by the individuals was 76 and the average variety in food item was of 6.96 ( $\pm$  2.15). No difference between the averages for the different groups was observed. As to diversity, the diet was shown to be adequate or excessive in relation to meats, vegetables and lipids and insufficient as to cereals, dairy products, sugars and fruits. The indicators used were shown to be applicable as to the quality of the diet consumed.*

**Keywords:** diet; diversity; variety, diabetes; quality of the diet.

**JACKELINE TAGLIETA<sup>1</sup>;  
ANA MARIA CERVATO<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo / bolsista de Iniciação Científica Pibic/CNPq.

<sup>2</sup>Departamento de Nutrição da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

**Endereço para correspondência:**

Avenida Doutor Arnaldo, 715 - CEP 012046-904 - São Paulo-SP

**Auxílio Financeiro:**  
FAPESP – Processo 01/08041-0

**Agradecimentos:**

Às colegas Diane Witzel, Daniela Pereira de Almeida, Viviane Vieira, Lisandra Christofoletti e Marcia Salgueiro pela colaboração nas diversas etapas de desenvolvimento desta pesquisa, à FAPESP pelo auxílio financeiro e ao CNPq pela bolsa de iniciação científica.

## RESUMEN

*Evaluar cualitativamente la dieta, significa incorporar al análisis, diferentes factores dietéticos relacionados a la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles y benéficos a la salud. Para este análisis, se elaboró una propuesta metodológica basada en la variedad y en la diversidad dietética, comprobando su aplicabilidad en un grupo de individuos con glicemia alterada residentes en el municipio de Piracicaba, Estado de São Paulo. Informaciones demográficas (género y edad), dietéticas (recordatorio de 24 horas) e índice de masa corporal (IMC), fueron obtenidas por medio de entrevista. Para los grupos socio-económicos se utilizaron los criterios de la Asociación Brasileña de Investigación de Mercado. Para evaluar la actividad física, se utilizó la Prueba Internacional de actividad Física. También se realizaron exámenes de glicemia en ayunas. La diversidad fue estimada por el número de porciones, y la variedad de la dieta fue calculada a partir de los tipos de alimentos consumidos. La variedad fue presentada en: media, mediana, valores mínimos y máximos, en función de los géneros, niveles socio-económicos, grupo etario, IMC y actividad física. Para analizar las diferencias entre las medias, se utilizó el estadístico Kruskal-Wallis, con 95% de confianza. Los temas relativos a la diversidad fueron descritos según su adecuación. El número total de alimentos consumidos por los individuos, fue de 76, y la variedad media fue de 6,96 ( $\pm 2,15$ ). No se observaron diferencias entre las medias de los diferentes grupos. Referente a la diversidad, la dieta se presentó adecuada o excesiva en relación a las carnes, leguminosas y lípidos e insuficiente en cereales, lácteos, azúcares y frutas. Se constató que los indicadores utilizados pueden ser aplicados para evaluar la calidad de la dieta.*

**Palabras clave:** dieta;  
diversidad; variedad;  
diabetes; cualidad de la dieta.

## RESUMO

*Avaliar a qualidade da dieta significa incorporar a análise de diferentes fatores dietéticos relacionados à prevenção das doenças crônicas não transmissíveis e à promoção da saúde. Desenvolveu-se, para esta análise, uma proposta metodológica baseada na variedade e na diversidade dietéticas, verificando-se sua aplicabilidade em um grupo de indivíduos com glicemia alterada, residentes no município de Piracicaba, SP. Informações demográficas (gênero e idade), dietéticas (Recordatório de 24 horas) e Índice de Massa Corporal (IMC) foram obtidas por meio de entrevista. Para a classe socioeconômica utilizaram-se os critérios da Associação Brasileira de Pesquisa de Mercado. Para avaliar a atividade física utilizou-se o Questionário Internacional de Atividade Física. Realizaram-se, também, exames de glicemia de jejum. A diversidade foi analisada segundo o número de porções e a variedade da dieta foi calculada a partir dos itens alimentares consumidos. A variedade foi apresentada em média, mediana, valores mínimos e máximos e em função dos gêneros, classe socioeconômica, grupo etário, IMC e atividade física. Para analisar diferença entre médias, utilizou-se o teste Kruskal-Wallis, com 95% de grau de confiança. Os itens da diversidade foram descritos segundo sua adequação. O número total de diferentes itens alimentares consumidos pelos indivíduos foi 76 e a variedade média foi 6,96 itens ( $\pm 2,15$ ). Não foram observadas diferenças entre as médias dos diferentes grupos. Referente à diversidade, a dieta apresentou-se adequada ou excessiva em relação às carnes, leguminosas e gorduras e insuficiente em cereais, laticínios e açúcares e frutas. Verificou-se que os indicadores utilizados são aplicáveis para a avaliação da qualidade da dieta.*

**Palavras-chave:** dieta;  
diversidade; variedade;  
diabetes; qualidade da dieta.

## INTRODUÇÃO

O padrão da qualidade da dieta está reconhecidamente associado à diminuição do risco de doenças e à promoção da saúde (HAVEMAN-NIES *et al.*, 2001; KANT *et al.*, 2000).

Qualidade da dieta é um conceito que vem sendo modificado ao longo do tempo. Anteriormente, estava associado à adequação da dieta em termos de energia e nutrientes. Atualmente, avaliar a qualidade da dieta significa incorporar a análise de diferentes fatores dietéticos relacionados à prevenção das doenças crônico-degenerativas não transmissíveis e à promoção da saúde (KANT, 1996).

Considerando a qualidade da dieta como uma variável importante em estudos epidemiológicos, vários índices foram criados nas últimas décadas, para avaliar a qualidade global da dieta (BOWMAN *et al.*, 1998; HAINES *et al.*, 1999). Entretanto, estes índices são complexos e necessitam de informações sobre as recomendações de energia e nutrientes para a população estudada e sobre a composição centesimal dos alimentos consumidos (TORHEIM *et al.*, 2004). Assim, vários estudos indicam a utilização de métodos simples e de baixo custo para serem usados em grandes pesquisas de campo como o uso da variedade e diversidade dietéticas (HATLOY *et al.*, 1998; TORHEIM *et al.*, 2004).

ESCUDERO, com as Leis Fundamentais da Alimentação, em 1934, indicava a variedade da dieta como um fator de qualidade na alimentação, por consistir em um meio de suprir o organismo de todos os componentes alimentares necessários (SÁ, 1981).

É importante destacar que os primeiros guias alimentares para a população americana estimulavam a variedade de um modo geral, tanto inter-grupos de alimentos como intra-grupos de alimentos. As atuais Diretrizes Dietéticas, para esta população, mantêm a recomendação para a adoção de dietas que contenham alimentos de todos os grupos alimentares, e, que os alimentos de um mesmo grupo sejam variados entre si, especialmente em se tratando de grãos, frutas e hortaliças (DIXON *et al.*, 2001).

BOWMAN *et al.* (1998), ao avaliar a “variedade da dieta”, especificam que este componente refere-se à presença de alimentos variados pertencentes a um mesmo grupo alimentar. DREWNOWSKI *et al.* (1989) denominam de “diversidade da dieta” a característica de a mesma apresentar alimentos de diferentes grupos alimentares. Segundo eles, a diversidade consiste no número de porções consumidas de cada grupo alimentar. Em estudo sobre a qualidade da dieta de franceses, DREWNOWSKI *et al.* (1989) distribuíram os alimentos utilizando cinco grupos alimentares (laticínios, cereais, carnes, frutas e hortaliças) para análise da diversidade.

No Brasil, alguns autores vêm utilizando a análise por grupos de alimentos para complementar a descrição quantitativa do consumo alimentar, tal como SALGUEIRO *et al.* (2004).

Considerando que a qualidade da dieta está intimamente relacionada ao tratamento e prevenção do *diabetes mellitus* (DM) e que as características de diversidade e variedade são indicadores importantes para a mesma, este estudo teve como objetivo desenvolver

uma proposta metodológica para análise de qualidade de dietas, segundo a variedade e a diversidade dietéticas, verificando sua aplicabilidade em uma amostra de indivíduos diabéticos e em estágios pré-clínicos residentes no município de Piracicaba-SP.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O grupo populacional estudado corresponde aos indivíduos com diagnóstico confirmado de DM ou em estágios pré-clínicos da doença residentes no município de Piracicaba,SP, os quais foram rastreados a partir dos dados cadastrais de indivíduos que participaram da “Campanha Nacional de Detecção de Casos Suspeitos de Diabetes”, realizada no município de Piracicaba, SP, pela Secretaria Municipal em parceria com o Ministério da Saúde, durante os meses de março e abril de 2001. Informações demográficas, dietéticas e sobre o estado nutricional foram obtidas, por meio de entrevista, e, para a confirmação do diagnóstico foram realizados exames de glicemia de jejum.

O presente trabalho foi realizado de acordo com a resolução 196 de 10/10/1996 do Conselho Nacional de Saúde. Foi apreciado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição de Ensino responsável pela pesquisa.

Foram identificados 441 cadastros de indivíduos com indicação de provável DM, isto é, com glicemia capilar acima de 200mg/dL. A partir dos dados pessoais registrados, foram enviadas cartas-convite para participação na pesquisa – autorizada pela Secretaria Municipal de Saúde - a todos estes municípios. Como a taxa de retorno foi pequena (n=46), optou-se pela busca ativa, por meio de ligação telefônica, e visitas domiciliares. Dos 332 indivíduos encontrados, 125 se recusaram a participar da pesquisa. A maior justificativa foi a rejeição pela realização da glicemia de jejum. Desta forma, foram entrevistadas 207 pessoas.

A participação dos indivíduos foi voluntária, mediante assinatura de um termo de consentimento livre e esclarecido.

A glicemia de jejum foi analisada no Laboratório Municipal. Os exames foram agendados durante o contato realizado pelos pesquisadores, e os indivíduos foram orientados a comparecerem ao local da coleta (Laboratório Municipal ou Unidade Básica de Saúde mais próxima da residência). A requisição do exame foi entregue por um membro da equipe de entrevistadores e a coleta de sangue, após 12 horas de jejum, foi realizada por funcionários especializados, utilizando tubos de fluoreto de sódio. O método analítico foi o da glicose oxidase (método enzimático colorimétrico desenvolvido segundo as especificações do Laboratório fabricante do kit de análise), realizada em equipamento automatizado. Os resultados foram comparados aos valores referenciais de glicemia plasmática de jejum (em mg/dL) para diagnóstico de DM, ou de seus estágios-clínicos estabelecidos pela Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD, 2002) e pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2002).

Dos 207 entrevistados, 188 indivíduos realizaram o exame, e 183 foram identificados com glicemia de jejum >110mg/dL.

Utilizou-se um formulário especificamente elaborado para esta pesquisa para identificar as características demográficas (gênero e idade) e classe socioeconômica (definida segundo os critérios da Associação Brasileira de Pesquisa de Mercado – ABIPEME). Para a avaliação da atividade física foi utilizado o “Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ)” em sua versão curta (MATSUDO, 2001). Foram avaliadas, ainda, as variáveis de peso e estatura, conforme metodologia proposta por FRISANCHO (1997), para identificação do Índice de Massa Corporal (IMC), cuja fórmula é  $IMC = \text{peso (kg)}/\text{altura (m)}^2$ .

As informações sobre o consumo alimentar foram obtidas por meio da aplicação de Recordatório de 24 horas (Rec24h), com auxílio do registro fotográfico proposto por ZABOTTO *et al.* (1996), em pesquisa de campo (domicílios e/ou nas Unidades Básicas de Saúde do município de Piracicaba, SP), no período de abril a outubro de 2002, por entrevistadores treinados. As informações coletadas foram transcritas, através do desmembramento das preparações em alimentos crus – itens alimentares (BOWMAN *et al.*, 1998; KENNEDY *et al.*, 1995) -, utilizando-se receitas padronizadas presentes na literatura (PINHEIRO *et al.*, 1994; FISBERG e VILLAR, 2002) e, no caso de preparações cuja receita ou peso não foram encontrados, a transcrição foi realizada a partir da elaboração das mesmas em Laboratório de Técnica Dietética. Após as transcrições, os itens alimentares foram inseridos no programa Virtual Nutri (PHILIPPI *et al.*, 1996), com banco adaptado pela incorporação dos dados da Tabela de composição de alimentos (PHILIPPI, 2001), e das informações nutricionais de rótulos de alimentos, obtendo-se o valor calórico total das dietas (VCT) e de cada um dos itens alimentares segundo as quantidades consumidas.

Essas informações foram transportadas daquele programa para o Excel versão 1997 *for Windows*, constituindo-se em um banco de dados com os alimentos consumidos na sua forma crua, com as respectivas quantidades de macro e micronutrientes e de energia (em kcal) de cada item.

Para evitar a influência dos valores extremos, nos resultados das análises, foram retirados da amostra, os homens com dietas de VCT igual ou inferior a 700kcal ou de 4500kcal ou mais; e as mulheres com dietas de 400kcal ou menos ou 3500kcal ou mais (STEFFEN *et al.*, 2003). Com isso, foram excluídos três homens (4,9%), dos quais dois apresentaram-se abaixo dos pontos de corte para o sexo e um acima, e quatro mulheres (3,3%), das quais uma apresentou-se abaixo do ponto de corte para o sexo e três acima. Assim, o grupo populacional estudado pelo presente trabalho constituiu-se de 176 indivíduos.

**Análise da diversidade da dieta:** no presente estudo, a diversidade foi analisada segundo o número de porções consumidas de cada um dos oito grupos de alimentos da Pirâmide Alimentar adaptada à população brasileira (PA), por ter sido considerado que suas recomendações são mais adequadas à amostra estudada.

Os oito grupos alimentares da PA são: cereais, raízes e tubérculos (grupo cereais), hortaliças, frutas, leguminosas, leites e produtos lácteos (grupo laticínios), carnes e ovos (grupo carnes), óleos e gorduras (grupo gorduras) e açúcares e doces (grupo açúcares) (PHILIPPI *et al.*, 1999). Suas recomendações estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1** Recomendações de energia segundo sexo, idade e atividade física segundo o Guia da Pirâmide Alimentar adaptada à população brasileira (PHILIPPI *et al.* 1999)

Indivíduo	Dieta
Mulheres com atividade física sedentária <sup>1</sup>	1600kcal
Mulheres com atividade física intensa <sup>2</sup>	2200kcal
Homens com atividade física <sup>1</sup>	2200kcal
Homens com atividade física intensa <sup>2</sup>	2800kcal
Idosos <sup>3</sup>	1600kcal

<sup>1</sup>Atividades como ler, ver televisão, usar o computador;

<sup>2</sup>Atividades como correr, andar de bicicleta, fazer ginástica aeróbica;

<sup>3</sup>Idosos.

**Tabela 2** Recomendações de porções segundo os grupos alimentares da Pirâmide Alimentar adaptada à população brasileira (PHILIPPI *et al.* 1999)

Grupos alimentares	Dieta		
	1600kcal	2200kcal	2800kcal
1. Cereais, pães, raízes e tubérculos	5 porções	7 porções	9 porções
2. Hortaliças	4 porções	4,5 porções	5 porções
3. Frutas	3 porções	4 porções	5 porções
4. Leites e produtos lácteos	3 porções	3 porções	3 porções
5. Leguminosas	1 porção	1 porção	1 porção
6. Carnes e ovos	2 porção	1,5 porção	2 porções
7. Óleos e gorduras	1 porção	1,5 porção	2 porções
8. Açúcares e doces	1 porção	1,5 porção	2 porções

Cada item alimentar consumido foi classificado nos grupos alimentares, e verificou-se o número de porções consumidas de cada item. Esta etapa consiste no cálculo da razão entre o total calórico fornecido pela quantidade consumida do item e a energia correspondente a uma porção de seu respectivo grupo alimentar.

**Análise da variedade da dieta:** a variedade da dieta foi analisada segundo a metodologia utilizada nos estudos de BOWMAN *et al.* (1998) e KENNEDY *et al.* (1995). Esses autores desconsideraram açúcares, gorduras, bebidas alcoólicas, bebidas carbonatadas, chá e café para o cálculo da variedade, bem como itens alimentares cuja ingestão ao longo do dia não atingiu o equivalente a, pelo menos, metade de uma porção do grupo alimentar em que fora classificado (BOWMAN *et al.*, 1998; KENNEDY *et al.*, 1995).

A fim de reduzir o risco de superestimar a variedade (nos casos em que alimentos semelhantes foram consumidos em quantidades acima do critério mínimo para serem contabilizados), ou mesmo subestimá-la (nos casos em que quantidades mínimas de alimentos semelhantes foram consumidas, mas que somadas alcançariam o critério mínimo para serem contabilizados), optou-se por agrupar itens alimentares semelhantes. Por exemplo, pão caseiro e pão francês, foram identificados como “pão branco”, leite desnatado e leite integral, como “leite”, etc. A exceção ficou para alimentos refinados x integrais (como pães, biscoitos, arroz, farinhas, etc.), visto o interesse em saber se há a presença de alimentos integrais na dieta dos indivíduos estudados.

**Análise estatística:** a variedade foi apresentada em termos de média, mediana, valores mínimos e máximos para o total de indivíduos e em função dos gêneros, classe socioeconômica, grupo etário, IMC e nível de atividade física. Os itens da diversidade foram descritos pela frequência relativa segundo a sua adequação. Para todas as análises foi utilizado o programa de computador EPIINFO versão 6.04 (1990) e, para medir a diferença das médias da variedade entre os grupos de indivíduos, o teste estatístico empregado foi o *Kruskal-Wallis*, com 95% de grau de confiança ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS

A idade média dos indivíduos foi de 56,22 anos ( $\pm 12,8$ ). O IMC médio encontrado foi de 30,33kg/m<sup>2</sup> ( $\pm 0,451$ ). Não houve adolescentes, mulheres grávidas ou lactantes.

O grupo populacional estudado foi composto por 67,04% de indivíduos do gênero feminino e 32,95% do masculino, com 55,11% apresentando menos de 60 anos. A maioria deles (67,61%) pertencia às classes sociais A/B/C. Em relação à atividade física, utilizando-se os critérios estabelecidos por MATSUDO (2001), verificou-se que 49,40% dos indivíduos eram sedentários e 50,60% eram ativos (Tabela 3).

**Características da dieta:** o VCT médio da dieta dos indivíduos foi 1692,54kcal ( $\pm 587,42$ ).

O número total de diferentes itens alimentares consumidos foi 76 e a variedade média foi 6,96 itens ( $\pm 2,15$ ). As variedades médias dos homens e das mulheres foram, respectivamente, 7,05 ( $\pm 2,11$ ) e 6,91 ( $\pm 2,18$ ), sem diferença estatística significativa. Também não foram observadas diferenças entre as médias de variedade das classes econômicas A/B/C e D/E, nem entre adultos e idosos, indivíduos eutróficos e com sobrepeso ou entre sedentários e ativos. Os resultados sobre a variedade estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3 Variedade da dieta dos indivíduos estudados segundo gênero, classe socioeconômica, grupo etário, Índice de Massa Corporal (IMC) e nível de atividade física**

Variáveis	Média (dp)	Mediana	Mínimo - Máximo	p
<b>GÊNERO</b>				
Homens (n=58)	7,05 (2,11)	7,00	3,00 - 14,00	0,629
Mulheres (n=118)	6,91 (2,18)	7,00	2,00 - 13,00	
<b>CLASSE SOCIOECONÔMICA</b>				
A,B,C (n=119)	7,07 (2,05)	7,00	3,00 - 14,00	0,294
D,E (n=57)	6,74 (2,34)	7,00	2,00 - 12,00	
<b>GRUPO ETÁRIO</b>				
Adultos <sup>1</sup> (n=97)	7,10 (2,15)	7,00	3,00 - 14,00	0,164
Idosos <sup>2</sup> (n=79)	6,78 (2,15)	7,00	2,00 - 13,00	
<b>IMC</b>				
<25kg/m <sup>2</sup> (n=32)	6,81 (2,10)	6,5	3,0 - 12,0	0,681
≥25kg/m <sup>2</sup> (n=144)	6,99 (2,17)	7,0	2,0 - 14,0	
<b>NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA</b>				
Sedentários (n=87)	7,16 (2,13)	7,00	3,00 - 13,00	0,272
Ativos (n=89)	6,76 (2,16)	7,00	2,00 - 14,00	
<b>TOTAL (n=176)</b>	<b>6,96 (2,15)</b>	<b>7,00</b>	<b>2,00 - 14,00</b>	

<sup>1</sup> Idades entre 26 e <60 anos;

<sup>2</sup> Idades entre 60 e 88 anos.

Ao classificar a diversidade por grupos de alimentos segundo as recomendações, verificou-se que os açúcares foram consumidos em quantidades predominantemente inferiores ao recomendado (60,20%). O mesmo foi observado para os grupos dos cereais, hortaliças e laticínios (85,20%, 84,70% e 52,30%, respectivamente). Observou-se, também que os indivíduos estiveram semelhantemente distribuídos entre não consumir frutas e consumi-las abaixo da recomendação (40,30% e 42,0%, respectivamente). Em relação ao consumo de leguminosas, carnes e gorduras, predominou o consumo adequado ou acima da recomendação (54,0%, 52,30% e 82,40%, respectivamente). É importante destacar que as hortaliças estiveram presentes na maioria das dietas estudadas (99,40%) e que os únicos grupos de alimentos que estiveram presentes na dieta de todos os indivíduos foram os dos cereais e dos óleos (Tabela 4).

**Tabela 4** Distribuição dos indivíduos segundo adequação ao número recomendado de porções dos grupos alimentares

<b>GRUPOS ALIMENTARES</b>	<b>n</b>	<b>Freq. (%)</b>
<b>CEREAIS</b>		
Não consumiu	0	0,0
Consumiu abaixo do recomendado	150	85,2
Consumiu o recomendado ou mais	26	14,8
<b>HORTALIÇAS</b>		
Não consumiu	1	0,6
Consumiu abaixo do recomendado	149	84,6
Consumiu o recomendado ou mais	26	14,8
<b>FRUTAS</b>		
Não consumiu	71	40,3
Consumiu abaixo do recomendado	74	42,1
Consumiu o recomendado ou mais	31	17,6
<b>LEGUMINOSAS</b>		
Não consumiu	48	27,3
Consumiu abaixo do recomendado	33	18,7
Consumiu o recomendado ou mais	95	54,0
<b>LATICÍNIOS</b>		
Não consumiu	34	19,3
Consumiu abaixo do recomendado	132	75,0
Consumiu o recomendado ou mais	10	5,7
<b>CARNES</b>		
Não consumiu	9	5,1
Consumiu abaixo do recomendado	75	42,6
Consumiu o recomendado ou mais	92	52,3
<b>GORDURAS</b>		
Não consumiu	0	0,0
Consumiu abaixo do recomendado	31	17,6
Consumiu o recomendado ou mais	145	82,4
<b>AÇÚCARES</b>		
Não consumiu	40	22,7
Consumiu abaixo do recomendado	106	60,2
Consumiu o recomendado ou mais	30	17,1

## DISCUSSÃO

É importante frisar que os resultados, aqui apresentados, não podem ser generalizados para populações com glicemia alterada, em função dos vieses de seleção, considerando as perdas ocorridas durante a obtenção da amostra. Essas perdas foram decorrentes da recusa em realizar os exames de medição da glicemia e da mudança ou anotação incorreta do endereço disponível no banco de dados da Campanha.

Além das limitações relativas ao processo de amostragem, há a limitação do método utilizado para obtenção das informações dietéticas, uma vez que o Rec24h não possibilita a estimativa da dieta habitual dos indivíduos, quando aplicado uma única vez. No entanto, devido às suas viabilidades para pesquisas de base populacional, como rápida aplicação, baixo custo e possibilidade de ser aplicado inclusive em inquéritos com analfabetos (BUZZARD, 1998), é um método amplamente utilizado em pesquisas epidemiológicas, como se observa em recente estudo de KANT (2000), visando analisar as implicações do consumo de alimentos pouco nutritivos e com alta densidade calórica na dieta e na saúde de americanos. Da mesma forma, FISBERG *et al.* (2004), ao sugerir o índice de alimentação saudável para ser utilizado em pesquisas populacionais, também utiliza o Rec24h durante o estudo de aplicabilidade do mesmo.

Considerando, pois, as informações dietéticas identificadas como sendo referente ao consumo atual destes indivíduos, é possível analisar a variedade e diversidade como indicadores de sua qualidade.

O número total de itens alimentares consumidos pela população avaliada foi semelhante ao encontrado na população francesa (73 itens) em estudo de DREWNOWSKI *et al.* (1989) com aplicação de história alimentar. Além disso, em ambas as populações, homens e mulheres obtiveram variedades médias similares.

OLIVEIRA e THÉBAUD-MONY (1998), utilizaram questionário de frequência alimentar, para analisar a frequência de consumo semanal dos alimentos nele listados por mulheres de três localidades da zona Oeste de São Paulo. O questionário continha 74 itens, desde alimentos básicos na alimentação até os mais elaborados. Este número máximo de itens apresentados à população no estudo de OLIVEIRA e THÉBAUD-MONY (1998), encontra-se bastante próximo ao número de itens observado na população do presente estudo, podendo-se considerar que a variedade encontrada condiz com a esperada para populações.

BOWMAN *et al.* (1998) consideram que a variedade diária ideal corresponde à ingestão de oito ou mais itens alimentares e, que o consumo de três ou menos itens compreende uma das características representativas de uma dieta de baixa qualidade.

Comparando-se a variedade média observada com a da dieta de 83,9% dos idosos estudados por CROSETTO *et al.* (2001), que encontrou no máximo 5 alimentos na dieta semanal, a alimentação da população avaliada não esteve monótona.

A variedade média observada foi bastante semelhante à encontrada por GOMES (2003) (6,73 alimentos), em avaliação da qualidade da dieta de 295 mulheres utilizando o Rec24h para coleta dos dados dietéticos, e o mesmo critério utilizado pelo presente estudo, de apenas contabilizar itens, cuja ingestão total atingiu pelo menos o equivalente à metade de uma porção.

Os resultados encontrados sobre a diversidade (baixo consumo de cereais e de açúcares, e alto consumo de óleos e carnes), uma vez que se considere que a distribuição percentual de macronutrientes na dieta (proteínas, carboidratos e lipídios) deriva-se da proporção consumida dos itens dos grupos alimentares, podem ser traduzidos em dietas hipoglicídicas e com alto teor lipídico e protéico. As características observadas em relação a lipídios e carboidratos, no grupo estudado, foram também encontradas entre 192 diabéticos tipo 1 e 2, em estudo observacional prospectivo realizado pelo The Diabetes and Nutrition Study Group of the Spanish Diabetes Association (GSEDNu, 2004), na Espanha. Em relação à proteína, porém, enquanto os indivíduos estudados apresentaram consumo, predominantemente, adequado de itens alimentares fornecedores do nutriente - como carnes, ovos e leguminosas; os diabéticos avaliados pelo GSEDNu (2004), apresentaram dietas hipoprotéicas.

O alto consumo de alimentos protéicos, no grupo estudado, exhibe semelhança com o que CASTRO (2002) encontrou entre operários metalúrgicos com idade entre 19 e 58 anos com alta prevalência de sobrepeso; cuja ingestão de leguminosas e de carnes e ovos ultrapassou o máximo de porções diárias recomendadas. Essa comparação, mesmo não sendo entre grupos populacionais com DM, identifica um padrão de consumo similar entre populações adultas com elevado índice de sobrepeso.

O que se encontrou sobre o consumo de hortaliças e frutas ser insuficiente no grupo como um todo, também foi observado entre indivíduos com idade entre 60 e 69 anos por CROSETTO *et al.* (2001), em pesquisa de corte transversal para avaliar o estado nutricional de 387 idosos, beneficiários de programas alimentares da cidade de Córdoba, ou seja, identificou-se um baixo consumo de alimentos vegetais. Em contraposição, GOMES (2001), em estudo transversal avaliando a alimentação de 162 adultos e idosos matriculados em ambulatórios de geriatria, encontrou prevalência de consumo adequado ou acima da recomendação de hortaliças e frutas. E, CASTRO (2002), ao estudar os operários metalúrgicos adultos com sobrepeso, encontrou que o consumo de itens desses dois grupos alimentares esteve acima do máximo de porções recomendadas pela PA.

O consumo de frutas e hortaliças pode ser determinado pelo baixo poder aquisitivo. OLIVEIRA e THÉBAUD-MONY (1998) verificaram que estes alimentos foram consumidos em menor escala, por mulheres de um bairro de baixa renda, da zona Oeste da cidade de São Paulo, quando comparadas às mulheres de bairros de média e alta renda.

O consumo insuficiente de laticínios parece ser uma constante nas populações adultas e idosas. Como no presente estudo, o referido grupo alimentar também foi o

menos freqüente na categoria de consumo adequado entre os adultos e idosos avaliados por GOMES (2001) e, este mesmo padrão foi também observado na população de pesquisa de CASTRO (2002).

Diante dessas observações, pode-se considerar que a dieta da população do presente estudo, em média apresenta-se variada, mas não suficiente em relação ao ideal.

Em estudo populacional, GROSS *et al.* (2004) encontraram que o aumento do consumo de carboidratos refinados e a redução do consumo de fibras estiveram fortemente associados com o aumento da prevalência de DM tipo 2 e da obesidade entre americanos durante o século 20. Assim, é importante destacar que, apesar de o grupo estudado desconhecer o diagnóstico de DM e não realizar tratamento, o consumo de açúcares foi predominantemente baixo. Entretanto, os demais aspectos da dieta desta população podem desfavorecer o controle da doença, necessitando, portanto, de intervenções no âmbito nutricional.

Assim, especificamente para o grupo estudado, as orientações deverão ser no sentido de estimular o consumo de cereais, hortaliças, frutas e de laticínios e, em relação a óleos, gorduras e alimentos fonte de proteína (exceto laticínios), os pacientes deverão ser alertados para cuidados com o consumo excessivo.

Verifica-se, então, que variedade e diversidade são informações que podem ser facilmente obtidas constituindo-se em dados comparativos com outros estudos. Além disso, pesquisas vêm sendo realizadas demonstrando que, o número de alimentos consumidos e a diversidade são fatores dietéticos associados à adequação de nutrientes (TORHEIM *et al.*, 2004). Desta forma, estes dois indicadores tornam-se aplicáveis para identificação da qualidade da dieta e monitoramento do consumo em programas de intervenção nutricional.

## **CONCLUSÕES**

A variedade da dieta dos indivíduos, com glicemia de jejum alterada, apresentou-se satisfatória em termos do valor médio e do número total de itens apresentados pela população. Referente à diversidade, a dieta esteve adequada ou excessiva em relação ao consumo de carnes, leguminosas e gorduras e insuficiente quanto ao consumo de cereais, laticínios e açúcares e frutas.

Desta forma, a variedade e a diversidade apresentaram-se como indicadores dietéticos aplicáveis fornecendo informações suficientes para a avaliação da qualidade da dieta de indivíduos com glicemia alterada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS/REFERENCES

- ABIPEME. Associação Brasileira de Pesquisa de Mercado. *Critério de classificação socioeconômico* [on line]. 2002 Disponível no endereço: <<http://www.abipeme.org.br>>
- BOWMAN, A.S.; LINO, M.; GERRIOR, A.S.; BASIOTIS, P.P. *The healthy eating index: 1994-96. U.S. Department of Agriculture, Center for Nutrition Policy and Promotion.* CNPP-5, 1998.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Plano de Reorganização da atenção à hipertensão arterial e ao diabetes mellitus: Manual de Hipertensão Arterial e Diabetes Mellitus.* Brasília: Secretaria de Políticas de Saúde [on line]. 2002. Disponível no endereço: <<http://www.saude.gov.br/sps/areastecnicas/cnhd/publicacoes/home.htm>>
- BUZZARD, M. 24-Hour dietary recall and food record methods. In: WILLETT, W. *Nutritional Epidemiology*, 2<sup>th</sup>. ed. New York: Oxford University Press, 1998. p.50-73.
- CASTRO, M.B.T. *Estado nutricional e padrão dietético de trabalhadores de uma empresa metalúrgica do Rio de Janeiro.* Dissertação apresentada ao Instituto de Medicina Social da Universidade do Estado do Rio de Janeiro para obtenção do grau de Mestre. Rio de Janeiro [resumo on line]. 2002. Disponível no endereço: <<http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/>>.
- CROSETTO, M.A.; ACOSTA, R.S.; ASADUROGLU, A.V.; HENAIN, Y.; PICECH, V.; OJEDA, S. Estado nutricional de adultos mayores beneficiarios de un programa social con componente alimentario implementado en la ciudad de Córdoba. *Rev. Fac. Cienc. Med. (Córdoba)*; v.58, n.1, p.29-48 [resumo on line]. 2001. Disponível no endereço: <<http://bases.bvs.br/public/scripts/php/metasearch.php>>.
- DIXON, L.B.; CRONIN, F.J.; KREBS-SMITH, S.M. Let the pyramid guide your food choices: capturing the total diet concept. *J Nutr*; v.131, n.2, p.461-72 [on line]. 2001. [citado em 04/05/04]. Disponível no endereço: <<http://www.nutrition.org/cgi/content/full/131/2/461S>>
- DREWNOWSKI, A.; HENDERSON, S.A.; SHORE, A.B.; FISCHLER, C.; PREZIOSI, P.; HERCBERG, S. Diet quality and dietary diversity in France: Implications for the French paradox. *J. Am. Diet. Assoc.*; v.96, p.663-669, 1989.
- EPIINFO *Epidemiologia em microcomputador: um sistema de processamento de texto, banco de dados e estatística [programa de computador]. Versão 6.04c.* Atlanta:OPAS/WHO, 1990.
- FISBERG, R.M.; SALTER, B.; BARROS, R.R; LIMA, F.D.; CESAR, C.L.G.; CARANDINA, L.; BARROS, M.B.A.; GOLDBAUM, M. Índice de qualidade da dieta: avaliação da adaptação e aplicabilidade. *Rev. Nutr.*; v.17, p.301-308, 2004.
- FISBERG, R.M.; VILLAR B.S. *Manual de receitas e medidas caseiras para cálculo de inquéritos alimentares.* São Paulo: Sigmus, 2002. 71p.
- FRISANCHO, R. *Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status.* Ann Arbor: University of Michigan, 1997. p.9-30.
- GOMES, A.L.C. *Indicador da qualidade da alimentação em mulheres nos diferentes estratos sociais.* Dissertação apresentada ao Programa Interunidades em Nutrição Humana Aplicada – FCF-FEA-FSP da USP - para obtenção do grau de Mestre. São Paulo, 2003.
- GOMES, R.B. *Avaliação da alimentação de adultos e idosos matriculados em ambulatório da capital de São Paulo.* Dissertação apresentada ao Departamento de Nutrição da Faculdade de Saúde Pública-USP para obtenção do grau de Mestre. São Paulo, 2001.

GROSS, L.S.; LI, L.; FORD, E.S.; LIU, S. Increased consumption of refined carbohydrates and the epidemic of type 2 diabetes in the United States: an ecologic assessment. *Am. J. Clin. Nutr.*; v.79, p. 774-779, 2004.

GSEDNu THE DIABETES AND NUTRITION STUDY GROUP OF THE SPANISH DIABETES ASSOCIATION. Trends in nutritional pattern between 1993 and 2000 and targets of diabetes treatment in a sample of Spanish people with diabetes. *Diabetes Care*, v.27, n.4, p.984-987, 2004.

HAINES, P.S.; SIEGA-RIZ A.M.; POPKIN B.M. The diet quality index revised: a measurement instrument for populations. *J. Am. Diet. Assoc.*, v.99, p.697-704, 1999.

HATLOY, A.; TORHEIM, L.E.; OSHAUG, A. Food variety – a good indicator of nutritional adequacy of diet? A case study from an urban area in Mali, West of Africa. *Eur. J. Clin. Nutr.*, v.52, p.891-898, 1998.

HAVEMAN-NIES, A.; TUCKER, K.L.; GROOT, L.C.P.G.M.; WILSON, P.W.F.; STAVEREN, W.A. Evaluation of dietary quality in relationship to nutritional and lifestyle in elderly people of US Framingham Heart Study and the SENECA Study. *Eur. J. Clin. Nutr.*, v.55, p. 870-880, 2001.

KANT, A.K. Consumption of energy-dense, nutrient-poor foods by adult Americans: nutritional and healthy implications. The third National Healthy and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Am. J. Clin. Nutr.*, v.72, p.929-936, 2000.

KANT, A.K. Indexes of overall diet quality: a review. *J. Am. Med. Assoc.*, v.96, n.8, p.785-791, 1996.

KANT, A.K.; SCHATZKIN, A.M.D.; GRAUBARD, B.I.; SCHAIRER, C. A prospective study of diet quality and mortality in women. *J. Am. Med. Assoc.*, v.283, n.16, p.2109-2115, 2000.

KENNEDY, A.T.; OHLS, J.; CARLOS, S.; FLEMING, K. The healthy eating index: design and applications. *J. Am. Diet. Assoc.*, v.95, p.1103-1108, 1995.

MATSUDO, S.; ARAÚJO, T.; MATSUDO, V.; ANDRADE, D.; ANDRADE, E.; OLIVEIRA, L.C.; BRAGGION, G. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): Estudo de Validade e Reprodutibilidade no Brasil. *Rev. Bras. Ativ. Fís. e Saúde*, v.6, n.2, p.05-18 [on line]. 2001. Disponível no endereço: <<http://www.agitasp.com.br/pesquisa3.asp>>.

OLIVEIRA, S.P.; THÉBAUD-MONY, A. Hábitos e práticas alimentares em três localidades da cidade de São Paulo (Brasil). *Rev. Nutr.*, Campinas; v.11, n.1, p.37-50, 1998.

PHILIPPI, S.T. *Tabela de composição de alimentos: suporte para decisão nutricional*. Brasília: Coronário, 2001. 133p.

PHILIPPI, S.T.; LATTERZA, A.R.; CRUZ, A.T.R.; RIBEIRO, L.C. Pirâmide alimentar adaptada: guia para escolha dos alimentos. *Rev. Nutr.*, Campinas; v.12, n.1, p.65-80, 1999.

PHILIPPI, S.T.; SZARFARC, S.C.; LATTERZA, A.R. *Virtual Nutri: Sistema de análise nutricional. [programa de computador]. Versão 1.0 for Windows*. Departamento de Nutrição da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 1996.

PINHEIRO, A.B.V.; LACERDA, E.M.A.; BENZECRY, E.H.; GOMES, M.C.S., COSTA, V.M. *Tabela para avaliação de consumo alimentar em medidas caseiras*. 2. ed. Rio de Janeiro: UFRJ, 1994.

SÁ, N.G. *Nutrição e dietética*. 3. ed. São Paulo: Nobel, 1981.

SALGUEIRO, M.M.H.A.O.; FILHO, W.J.; CERVATO, A.M. Consumo alimentar entre idosos com constipação intestinal funcional. *Gerontologia*; v.12, n.1-2, p.6-15, 2004.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES SBD. Diagnóstico e classificação do diabetes mellitus tipo 2: Recomendações da Sociedade Brasileira de Diabetes. *Consenso Brasileiro sobre Diabetes 2002*. [on line]. 2004. [citado em 15/05/04]. Disponível no endereço: <[http://www.diabetes.org.br/Diabetes/infotec\\_medicos/consenso/Consenso\\_atual\\_2002.pdf](http://www.diabetes.org.br/Diabetes/infotec_medicos/consenso/Consenso_atual_2002.pdf)>.

STEFFEN, L.M.; JR JACOBS, D.R.; STEVENS, J.; SHAHAR, E.; CARITHERS, T.; FOLSOM, A.R. Associations of whole-grain, refined-grain, and fruit and vegetable consumption with risks of all-cause mortality and incident coronary artery disease and ischemic stroke: the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study. *Am. J. Clin. Nutr.*, v.78, p.383-390, 2003.

TORHEIM, L.E.; OUATTARA, F.; DIARRA, M.M.; THIAM, F.D.; BARIKMO, I.; HATLOY, A.; OSHAUG, A. Nutrient adequacy and dietary diversity in rural Mali: association and determinants. *Eur. J. Clin. Nutr.*, v.58, p.594-604, 2004.

ZABOTTO, C.B.; VIANNA, R.P.T.; GIL, M.F. *Registro fotográfico para inquéritos dietéticos: utensílios e porções*. Rio de Janeiro/Goiânia: UNICAMP/UFG, 1996.

Recebido para publicação em 27/07/04.

Aprovado em 03/05/05.



# Avaliação do índice de colesterol e gordura saturada da dieta de indivíduos moradores do município de Ourinhos, SP\*

## *Evaluation of cholesterol/saturated fat index of the diet from Ourinhos, SP population*

### ABSTRACT

NACIF, M.A.L.; ABREU, E.S.; TORRES, E.A.F.S. Evaluation of cholesterol/saturated fat index of the diet from Ourinhos population. *Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.* = J. Brazilian Soc. Food Nutr., São Paulo, SP, v. 29, p. 41-50, jun. 2005.

*Epidemiological studies have shown that dietary cholesterol and saturated is related to cardiovascular disease. However, is difficult to evaluate the hypercholesterolemic potential of foods. CONNOR et al. (1986) elaborated a cholesterol/saturated fat index (CSI) to assess the effect of foods on cholesterol levels. The objective of this study was to evaluate CSI value of the diet of Ourinhos population. One hundred and fifty three individuals of both genders, from Ourinhos (SP), were studied. Their age ranged from 20 to 65 years-old, who attended the town's hospital or the town's basic unit of health care and distributed in: Hypercholesterolemic individuals, non-hypercholesterolemia individuals and health professionals. Dietary CSI of the individuals was estimated from a 24h food record filled by each participant. Classification of the participants' CSI values done by means of ABREU et al's parameters (2004). The results showed that CSI recommendations were exceeded by most of the population, which associated to the low practice of physical activity and a high percentage of obese individuals, may contribute to increase the incidence of cardiovascular diseases.*

**Keywords: cholesterol/  
saturated fat index (CSI);  
lipids; heart disease.**

MARCIA DE ARAUJO  
LEITE NACIF<sup>1</sup>;  
EDELI SIMIONI DE  
ABREU<sup>2</sup>; ELIZABETH  
APARECIDA FERRAZ  
DA SILVA TORRES<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Departamento de  
Nutrição da Faculdade de  
Saúde Pública da USP.

<sup>2</sup>Departamento de  
Nutrição da Faculdade de  
Saúde Pública da USP.

Faculdade de Saúde  
Pública/Faculdade de  
Ciências Farmacêuticas/  
Faculdade de  
Administração  
e Economia da USP

**Endereço para  
correspondência:**

Marcia de Araujo Leite Nacif  
R. Cardoso de Almeida  
nº 978 apto 43  
Perdizes - São Paulo - SP,  
CEP 05013-000

**Agradecimentos:**

À Sonia Tucunduva  
Philippi e Betsabeth Slater  
Villar do Departamento de  
Nutrição da Faculdade de  
Saúde Pública da  
Universidade de  
São Paulo, Sílvia M. F.  
Cozzolino da Faculdade de  
Ciências Farmacêuticas da  
Universidade de São Paulo  
e Emília Ishimoto.

\* Artigo baseado em: Concordância do Sistema de Pontos para Controle de Colesterol e Gordura no Sangue. São Paulo, SP; 2003. [Dissertação de Mestrado - Faculdade de Saúde Pública/Faculdade de Ciências Farmacêuticas/Faculdade de Administração e Economia da USP].

## RESUMEN

*Estudios epidemiológicos muestran que el colesterol y la grasa saturada de la dieta están relacionados con la génesis de enfermedades cardiovasculares. Es difícil estimar el potencial hipercolesterolemizante de los alimentos. CONNOR et al. (1986) establecieron un índice de colesterol / grasa saturada (CSI), que relaciona el efecto de los alimentos en el colesterol sanguíneo. El objetivo del estudio fue evaluar el valor del índice CSI en la dieta de un grupo poblacional de la ciudad de Ourinhos (SP). Fueron seleccionados 153 individuos de ambos sexos, con edades entre 20 y 65 años, pacientes de un hospital y una unidad básica de salud que se dividieron en tres grupos: pacientes hipercolesterolémicos, pacientes sin diagnóstico de hipercolesterolemia y profesionales de la salud. El valor CSI de la dieta fue determinado a través del recordatorio de 24 horas de cada participante. Para clasificar los valores del índice CSI de los participantes se utilizaron los parámetros de ABREU et al. (2004). Los resultados obtenidos muestran que las recomendaciones del CSI fueron excedidas por gran parte de la población estudiada, lo cual asociado a la escasa práctica de actividad física y la gran proporción de individuos obesos observados en este estudio, pueden contribuir para aumentar la incidencia de enfermedades cardiovasculares.*

**Palabras clave: índice del colesterol/grasas saturadas (CSI); grasas; enfermedades cardiovasculares.**

## RESUMO

*Estudos epidemiológicos mostram que o colesterol e a gordura saturada da dieta estão relacionados com a gênese das enfermidades cardiovasculares. É difícil estimar o potencial hipercolesterolêmico dos alimentos. CONNOR et al. (1986) estabeleceram um índice de colesterol/gordura saturada (CSI) para avaliar o efeito dos alimentos no colesterol sanguíneo. O objetivo do estudo foi avaliar o valor do índice CSI da dieta de um grupo populacional da cidade de Ourinhos (SP). Foram selecionados 153 indivíduos de ambos os sexos, com idades entre 20 e 65 anos, pacientes de um hospital e uma unidade básica de saúde que foram divididos em 3 grupos: pacientes hipercolesterolêmicos; pacientes sem diagnóstico de hipercolesterolemia e profissionais da saúde. O valor CSI da dieta foi determinado a partir de dados obtidos de um recordatório de 24 horas de cada participante. Para classificar os valores de CSI dos participantes foram utilizados os parâmetros de ABREU et al. (2004). Os resultados obtidos mostram que as recomendações de CSI foram excedidas por grande parte da população estudada, que associado a pouca prática de atividade física e a grande proporção de indivíduos obesos observados neste estudo, pode contribuir para aumentar a incidência de enfermidades cardiovasculares.*

**Palavras-chave: índice do colesterol/gorduras saturadas (CSI); gorduras; enfermidades cardiovasculares.**

## INTRODUÇÃO

Dados relativos à mortalidade no Brasil indicam que as doenças do aparelho circulatório representam a primeira causa de morte no país (LOTUFO e LOLIO, 1995; LOTUFO, 1998; LAURENTI e BUCHALLA, 2001). Diversas pesquisas epidemiológicas, inclusive o estudo pioneiro de Framingham têm fornecido uma visão sobre os fatores de risco envolvidos na etiologia das doenças cardiovasculares (CERVATO *et al.*, 1997; MACAMBIRA *et al.*, 2001). São fatores de risco cardiovascular, variáveis como: idade, sexo, raça, hereditariedade, dislipidemias, hipertensão arterial, tabagismo, etilismo, sedentarismo, diabetes mellitus, obesidade, estresse, hiperhomocisteïnemia e fatores dietéticos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1993; FISBERG *et al.*, 2001).

A dieta habitual tem sido apontada como elemento fundamental de análise dos determinantes da susceptibilidade para o surgimento de enfermidades crônicas não transmissíveis (ECNT). Sabe-se que o potencial hiperlipidêmico e aterogênico dos alimentos está relacionado ao seu conteúdo de colesterol e gorduras saturadas, bem como ao total energético da dieta (ZILVERSMIT, 1979; CONNOR *et al.*, 1986; CONNOR *et al.* 1989).

A influência do colesterol e gordura saturada da dieta é tão importante, que foi desenvolvido por CONNOR *et al.* (1986) um índice de colesterol/gordura saturada (CSI – cholesterol/saturated-fat index), que verifica o efeito dos alimentos na taxa de colesterol sérico. Um índice baixo significa alta capacidade de redução das hiperlipidemias. Nesse sentido, o presente estudo avaliou o valor de CSI da dieta de uma amostra de indivíduos moradores do município de Ourinhos (SP).

## MÉTODOS

Foi realizado um estudo transversal, que envolveu a avaliação de 153 indivíduos, de ambos os sexos, com idade entre 20 e 65 anos, moradores do município de Ourinhos, atendidos em um hospital e uma unidade básica de saúde. Selecionou-se três grupos distintos para participar da pesquisa: pacientes hipercolesterolêmicos; pacientes sem diagnóstico de hipercolesterolemia e profissionais da área de saúde (médicos, nutricionistas, enfermeiros, auxiliares e técnicos de enfermagem). A pesquisa foi autorizada pelo Comitê de Ética da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (USP), por meio do documento Of. COEP/199/02 e todos os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Para descrever as características da população foram analisadas as variáveis gênero (feminino/masculino), idade (considerados anos completos), escolaridade (anos de estudo), atividade física (analisada segundo as recomendações do CELAFISCS e classificados em sedentários, insuficientemente ativos, ativos e muito ativos) e índice de massa corpórea (analisado segundo as recomendações da O.M.S. (1998) e classificados em baixo peso:  $IMC < 18,5\text{kg/m}^2$ ; eutrófico:  $IMC = 18,5$  a  $24,9\text{kg/m}^2$ ; sobrepeso:  $IMC > 25\text{kg/m}^2$  e obeso:  $IMC > 30\text{kg/m}^2$ ). Para a avaliação do estado nutricional os entrevistados foram pesados com vestes leves (sem casaco ou paletô) e sem sapatos utilizando-se uma balança digital de marca TANITA®, com capacidade de 150kg. A estatura dos entrevistados foi medida,

utilizando-se um estadiômetro portátil de marca SECA<sup>®</sup>, que foi fixado a 2 metros do chão em uma parede sem rodapés. Os indivíduos foram medidos descalços e permaneciam em posição ereta, com as costas e joelhos encostados à parede e olhavam para frente de forma a manter o “plano de *Frankfurt*”.

Os valores de CSI da dieta dos indivíduos foram verificados, por meio do registro da dieta dos entrevistados, ou seja, através do método de coleta de dados de consumo alimentar, com a adoção do recordatório de 24 horas (R24h), que foi aplicado pela própria autora. Para cada tipo de alimento mencionado pelos indivíduos foram solicitadas informações adicionais sobre o tipo, o tamanho da porção, a quantidade consumida e os utensílios utilizados. A fim de auxiliar o entrevistado na estimativa da quantidade dos alimentos consumidos utilizou-se um *kit* de utensílios e medidas caseiras, os quais foram mostrados aos indivíduos, visando diminuir dúvidas a respeito das medidas utilizadas.

O CSI foi calculado pela metodologia citada por CONNOR *et al.* (1986) com a adoção da fórmula:  $CSI = (1,01 \times g \text{ gordura saturada} + 0,05 \times mg \text{ colesterol})$ . Os valores de gordura saturada e de colesterol para o cálculo de CSI foram obtidos utilizando-se resultados de experimentos bromatológicos publicados por TORRES (2000). Os dados dos alimentos que não constaram dessa listagem foram calculados, por meio de tabelas de composição de alimentos, a saber: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (LAJOLO *et al.*, 2002), Tabela de Composição de Alimentos: suporte para decisão nutricional (PHILIPPI, 2001) e *The composition of foods* (McCANCE e WINDDOWSON, 1991), ou por informações fornecidas pelo fabricante dos alimentos obtidos por meio da rotulagem nutricional.

Ao classificar os valores de CSI da dieta dos participantes utilizou-se os parâmetros adotados por ABREU *et al.* (2004) que consideram adequados valores de CSI diários de até 25 para mulheres e 30 para homens com até 55 anos e 27 para indivíduos do sexo masculino e 22 para feminino com idade acima de 55 anos.

As análises visando captar a associação entre variáveis, tais como sexo e escolaridade, sexo e índice de massa corporal, atividade física e sexo, atividade física e escolaridade, atividade física e IMC foram feitos por meio do teste de Qui-quadrado de *Pearson* e teste de *Fischer* (AGRESTI, 1990). O nível de significância adotado foi de 5%.

## RESULTADOS

Foram estudados 153 indivíduos com idade média de 45,18 anos (DP = 11,32). Destes, 52 indivíduos pertenciam ao grupo dos pacientes sem diagnóstico de hipercolesterolemia, 50 pacientes eram hipercolesterolêmicos e 51 profissionais da área de saúde. Em relação ao sexo, 78 (51,0%) participantes eram do sexo feminino e 75 (49,0%) do masculino.

Houve um predomínio de indivíduos com até 11 anos de estudo (54%), seguidos por indivíduos com mais de 11 anos de instrução (28,8%). As análises demonstraram que os homens possuíam menor tempo de estudo ( $p=0,049$ ). A Tabela 1 mostra a distribuição da população estudada segundo sexo, escolaridade e grupos de estudo.

**Tabela 1 Distribuição dos indivíduos segundo sexo, escolaridade e grupos de estudo. Ourinhos, 2003**

	Grupos de estudo								
	Indivíduos com colesterol normal		Indivíduos com colesterol elevado		Profissionais da área de saúde		Total		
	n	%	n	%	n	%	n	%	
<b>Sexo</b>									
Feminino	27	51,9	25	50,0	26	51,0	78	51,0	
Masculino	25	48,1	25	50,0	25	49,0	75	49,0	
<b>Escolaridade</b>									
1 – 4	12	23,1	17	34,0	–	–	29	19,0	
5 – 8	11	21,2	15	30,0	–	–	26	17,0	
9 – 11	22	42,3	12	24,0	20	39,2	54	35,3	
12 ou +	7	13,5	6	12,0	31	60,8	44	28,8	

Em relação ao estado nutricional constatou-se que 49 (32%) indivíduos apresentaram sobrepeso e 34 (22,2%) foram classificados como obesos de acordo com os critérios descritos na metodologia. Apenas 3 (2%) indivíduos foram classificados como tendo baixo peso. A média do Índice de Massa Corporal (IMC) foi de 26,75kg/m<sup>2</sup> (DP = 5,25). A associação entre as variáveis sexo e estado nutricional, mostrou que os indivíduos do sexo feminino eram significativamente mais obesos que os do sexo masculino (p=0,009).

Quanto à prática de atividade física, destaca-se que 55 indivíduos (35,9%) foram considerados sedentários, ou seja, não praticavam atividade física, 31 (20,3%) classificados como insuficientemente ativos, 59 (38,6%) ativos e apenas 8 (5,2%) como muito ativos. A maior proporção de indivíduos sedentários foi observada entre os profissionais da área de saúde (21). Os pacientes sem diagnóstico de hipercolesterolemia foram os que mais praticavam atividades físicas, sendo 24 indivíduos ativos e 4 muito ativos.

A análise dos resultados revelou que não existe relação estatisticamente significativa entre atividade física e escolaridade (p = 0,087), atividade física e sexo (p = 0,411) e atividade física e índice de massa corporal, avaliado pelo IMC (p = 0,510) nos grupos estudados.

De acordo com a Tabela 2 pode-se observar os valores de CSI obtidos em cada refeição, pelos três grupos de estudo. Observou-se que os maiores valores de CSI foram verificados na dieta dos profissionais da área de saúde, seguidos pelos indivíduos com níveis adequados de colesterol e hipercolesterolêmicos.

**Tabela 2 Valores médios de CSI da dieta dos indivíduos integrantes da amostra, segundo grupos de estudo e tipo de refeição. Ourinhos, 2003**

Tipo de refeição	Grupos de estudo		
	Indivíduos com colesterol normal	Indivíduos com colesterol elevado	Profissionais da área de saúde
Desjejum	2,7	3,0	3,5
Lanche da manhã	1,3	0,2	0,5
Almoço	11,5	11,5	12,3
Lanche da tarde	1,6	1,0	1,7
Jantar	8,8	9,3	12,0
Ceia	0,3	0,2	0,7
Total geral	26,2	25,2	30,7

Quando se discrimina a população por sexo e faixa etária, pode-se verificar que as mulheres do grupo de profissionais da área de saúde, aquelas com níveis adequados de colesterol com até 55 anos e as mulheres com idade acima de 55 anos com taxas normais de colesterol, consumiram refeições com valores de CSI maior que a recomendada. Em relação ao sexo masculino observou-se que os profissionais da área da saúde com idade até 55 anos e aqueles hipercolesterolêmicos acima de 55 anos, ultrapassaram a recomendação diária de CSI (Tabela 3).

**Tabela 3 Valores médios de CSI da dieta dos indivíduos integrantes da amostra, segundo sexo, faixa etária e grupos de estudo. Ourinhos, 2003**

Sexo	Grupos de estudo		
	Indivíduos com colesterol normal	Indivíduos com colesterol elevado	Profissionais da área de saúde
<b>Até 55 anos</b>			
Feminino	26,70	21,60	28,19
Masculino	26,78	26,63	36,57
<b>Acima de 55 anos</b>			
Feminino	25,66	22,66	-
Masculino	22,83	32,8	26,58

## DISCUSSÃO

Dos 153 indivíduos que participaram do estudo, constatou-se que em média 22,2% da população caracteriza-se como obesa, enquanto 32% dos indivíduos apresentaram sobrepeso segundo os critérios propostos pela OMS (1998).

Pesquisa de REGO *et al.* (1990) implementada no município de São Paulo, revelou uma prevalência de obesidade de 18% da população, sendo 14,2% para homens e 21,4% para mulheres. Dados do Ministério da Saúde registram que o Brasil apresenta 32% da população adulta com sobrepeso e obesidade (IMC superior a 25kg/m<sup>2</sup>), sendo 38% no sexo feminino e 27% no sexo masculino (BRASIL, 1993).

GIGANTE *et al.* (1997), por meio de pesquisa desenvolvida no município de Pelotas, verificaram que a prevalência de obesidade na população foi 21%, enquanto 40% da amostra apresentou sobrepeso. O estudo realizado por CERVATO *et al.* (1997) no município de Cotia, demonstrou que a obesidade afetava cerca de 38% da amostra estudada ( $n = 557$ ), sendo 31,8% entre os homens e 41,7% entre as mulheres e 24,6kg/m<sup>2</sup> a média do IMC. FORNÉS *et al.* (2002), por meio de pesquisa, também no município de Pelotas, composta por 1045 adultos encontraram prevalência de 26,1% (IMC >27kg/m<sup>2</sup>) de obesos.

MONTEIRO *et al.* (1995) e MONTEIRO *et al.* (2000) utilizando dados provenientes de inquéritos nutricionais realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) demonstram que o Brasil vem, rapidamente, substituindo o problema da desnutrição pela obesidade. Portanto, salienta-se que os dados dos participantes do presente estudo seguem a tendência da população brasileira, ou seja, o aumento nos níveis de sobrepeso e obesidade na população.

Na maioria dos países em desenvolvimento como o Brasil, mais de 60% dos adultos que vivem em áreas urbanas não estão envolvidos em um nível suficiente de atividade física. Dados do censo 2000 indicam que 80% da população brasileira vive em cidades, estando, portanto, sujeitos a desenvolver doenças associadas ao sedentarismo (BRASIL, 2002). Diversos estudos demonstram que a inatividade física é mais prevalente entre mulheres e nos indivíduos com baixo nível de escolaridade (CRESPO *et al.*, 2000; BRASIL, 2002).

Considerando os critérios de classificação adotados neste estudo, foi possível verificar que apenas 38,6% dos indivíduos atingiram a recomendação de atividade física para a promoção da saúde. Em relação aos sedentários e insuficientemente ativos a proporção de indivíduos que não cumpriram a recomendação de pelo menos 30 minutos de atividade física diária foi de 56,2%. Não houve associação estatisticamente significativa entre a prática de atividade física e sexo ( $p=0,411$ ), e atividade física e escolaridade ( $p=0,087$ ).

MATSUDO *et al.* (2002) estudando 29 cidades do Estado de São Paulo, utilizaram o mesmo critério de classificação de atividade física do presente estudo, e encontraram uma porcentagem de 45,7% indivíduos ativos e 46% que não cumpriram as recomendações de atividade física.

Estudo realizado no município do Rio de Janeiro, por GOMES *et al.* (2001), visou a avaliação da atividade física de uma amostra de 4.331 indivíduos maiores de 12 anos de idade. Os autores observaram que as taxas de atividade física, são consideradas reduzidas

tanto em atividades realizadas no trabalho, quanto no lazer. REGO *et al.* (1990) encontraram uma prevalência de sedentarismo no município de São Paulo, de 69,3%, sendo 80,2% entre as mulheres e 57,3% entre os homens.

Em relação ao valor de CSI da dieta dos indivíduos, verificou-se nas diferentes refeições que algumas obtiveram valores de CSI maiores que as outras. O almoço e o jantar apresentaram elevado valor de CSI, pois nestas refeições foram consumidos alimentos ricos em colesterol e gordura saturada como as carnes, os ovos e massas. No desjejum, verificou-se a presença de queijos, presunto, leite e manteiga, que contribuíram para o aumento do valor de CSI. Quanto ao lanche da tarde, lanche da manhã e ceia, os reduzidos valores de CSI deve-se ao fato de que a maioria da população não tem o hábito de fazer estas refeições e quando a faz, são poucos os alimentos consumidos como as frutas e iogurtes.

CONNOR *et al.* (1986) encontraram uma correlação positiva entre elevados valores de CSI e morte por infarto agudo do miocárdio entre a população de diferentes países. Estudo realizado por NIV e KARNI (1989), em uma pequena comunidade ao nordeste de Israel, revelou que os valores de CSI da dieta daqueles indivíduos estavam acima dos valores encontrados na dieta da população israelita de forma geral, o que poderia justificar uma maior mortalidade por doenças cardiovasculares naquela região.

Observou-se no presente estudo que, em alguns grupos do sexo masculino e feminino, houve um excesso no consumo de alimentos com elevados valores de gordura saturada, ultrapassando as recomendações de CSI adotadas por ABREU *et al.* (2004).

## CONCLUSÕES

Este estudo demonstrou que a população participante da pesquisa tem consumido quantidades elevadas de alimentos aterogênicos, que associados aos baixos níveis de atividade física e a grande proporção de indivíduos obesos e com sobrepeso identificado, podem contribuir para a incidência de doenças cardiovasculares.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS/REFERENCES

ABREU, E.S.; NACIF, M.A.L.; TORRES, E.A.F.S. *Sistema de pontos para controle de colesterol e gordura no sangue*. São Paulo: Metha, 2004. 69 p.

AGRESTI, A. *Categorical data analysis*. New York: Wiley Interscience, 1990. p.558.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria Nacional de Ações Básicas de Saúde. Divisão Nacional de Epidemiologia. *Doenças cardiovasculares no Brasil – Sistema Único de Saúde – SUS*. Brasília: Centro de documentação do Ministério da Saúde; 1993.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Programa Nacional de Promoção da Atividade Física “Agita Brasil”: Atividade física e sua contribuição para a qualidade de vida. *Rev. Saúde Pública*. v. 36, n.2, p.254-256, 2002.

CELAFISCS. Classificação do Nível de Atividade Física IPAQ. [on-line]. Disponível em URL <<http://www.celafiscs.com.br>> [Acesso em 12 de agosto de 2002].

CERVATO, A.M; MAZZILLI, R.N; MARTINS, I.S; MARUCCI, M.F. Dieta habitual e fatores de risco para doenças cardiovasculares. *Rev. Saúde Pública*. v. 31, n.3, p. 227-35, 1997.

CONNOR, S.L; GUSTAFSON, J.R; ARTAUD-WILD, S.M; FAVELL, D.P; CLASSICK-KOHN, C.J; HATCHER, L.F; CONNOR, W.E. The cholesterol/saturated-fat index: an indication of hipercolesterolemia and atherogenic potential of food. *Lancet*. p. 1229-32, 1986.

CONNOR, S.L; GUSTAFSON, J.R; ARTAUD-WILD, S.M; FAVELL, D.P; CLASSICK-KOHN, C.J; HATCHER, L.F; CONNOR, W.E. The cholesterol/saturated-fat index for coronary prevention: Background, use, and a comprehensive table of foods. *J. Am. Diet. Assoc.* p. 89:807, 1989.

CRESPO, C.J; SMIT, E, ANDERSEN, R.E; CARTER-POKRAS, O.; AINSWORTH. B.E. Race/ethnicity, social class and their relation to physical inactivity during leisure time: Results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Amer J. Prev. Med.* v.18, p.46-53, 2000.

FISBERG, R.M; STELLA, R.H; MORIMOTO, J.M, PASQUALI, L.S, PHILIPPI ST, LATORRE, M.R.D.O. Perfil lipídico de estudantes de nutrição e a sua associação com fatores de risco para doenças cardiovasculares. *Arq. Bras. Cardiol.* v.2, n.72, p. 137-42, 2001.

FORNÉS, N.S. *Padrões alimentares e suas relações com os lipídios séricos em população da área metropolitana de São Paulo*. [Tese de doutorado – Faculdade de Saúde Pública]. São Paulo, 1998.

GIGANTE, D.P; BARROS, F.C; POST, C.L.A; OLINTO, M.T.A. Prevalência de obesidade em adultos e seus fatores de risco. *Rev Saúde Pública*. v.31, n.3, p. 236-46, 1997.

GOMES, V.B; SIQUEIRA, K.S.; SICHIERI, R. Atividade física em uma amostra probabilística da população do Município do Rio de Janeiro. *Cad. Saúde Pública*. v.17, n.4, p. 969-976, 2001.

LAJOLO, F.M.; MENEZES, E.W.; PENTEADO, M.V.C.; FILISETTI, T.M.C.C; MARQUEZ, U.M.L. *Tabela Brasileira de composição de alimentos*. [on-line]. Disponível em <http://www.usp.br/fcf/tabela> [Acesso em 2002 jun 20].

LAURENTI, R.; BUCHALLA, C.M. Os mitos a respeito das doenças cardiovasculares. *Arq. Bras. Cardiol.* v.2 , n.72, p. 99-104, 2001.

LOTUFO, P.A. Mortalidade por doenças do coração no Brasil. Comparação com Outros Países. *Arq. Bras. Cardiol.* v.5 , n. 70, p. 321 – 325, 1998.

LOTUFO, P.A.; LOLIO, C.A. Tendências de Evolução da mortalidade por doenças cardiovasculares: o caso do Estado de São Paulo. In: MONTEIRO, C.A. *Velhos e Novos Males da Saúde do Brasil – A evolução do País e de suas Doenças*. São Paulo: HUCITEC NUPENS/USP; 1995. p.279-287.

MACAMBIRA, R.; POLI, D.M.; CANOSA, H.G.; MOURA, J.E.; VOLPE, R.; MARTINS, V.L.; LUCENA, W.A. Aterosclerose – Fatores de risco e Fatores de risco. *JBM.* n.81, p. 64-68, 2001.

MATSUDO, S.; MATSUDO, V.; ARAÚJO, T.; ANDRADE, D., ANDRADE, E.; OLIVEIRA, L.C.; BRAGGION, G. Nível de atividade física da população do Estado de São Paulo: análise de acordo com o gênero, idade, nível socioeconômico, distribuição geográfica e de conhecimento. *Rev.Bras.Ciêñ.Mov.* v.10, n. 4, p. 41-40, 2002.

MCCANCE, R.A., WINDDOWSON, E.M. *The composition of foods*. 5<sup>th</sup>. ed. Portland: Book News; 1991. 537p.

MONTEIRO, C.A.; BENÍCIO, M.H.D.A.; CONDE, W.L.; POPKIN, B.M. Shifting obesity trends in Brazil. *Eur. J. Clin. Nutr.* v.54, p. 342-346, 2000.

MONTEIRO, C.A.; MONDINI, L; SOUZA, A.L.M.; POPKIN, B.M. Da desnutrição para a obesidade: A transição nutricional no Brasil. In: MONTEIRO, C.A. *Velhos e novos males da saúde do Brasil – A evolução do país e de suas doenças*. São Paulo, HUCITEC NUPENS/USP, 1995, p.247-255.

NIV, Y; KARNI, A. The cholesterol/saturated fat index of the food supply and nutrient intake in an Israeli community compared with the general population. *J. Am. Diet Assoc.* v. 89, n. 6, p. 804-806, 1989.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. Obesity – preventing a managing the global epidemic. *Report*. Geneva; 1998 (Report of a WHO Consultation on Obesity).

PHILIPPI, S.T. *Tabela de Composição de Alimentos – Suporte para decisão Nutricional*; São Paulo, 2001. 107p.

REGO, R.A; BERARDO, F.A.N; RODRIGUES, S.S.R; OLIVEIRA, Z.M.A; OLIVEIRA, M.B; VASCONCELLOS, C.; AVENTURATO, L.V.O; MONCAU J.E.C; RAMOS, L.R. Fatores de risco para doenças cardiovasculares no município de São Paulo, SP (Brasil). Metodologia e resultados preliminares. *Rev. Saúde Pública.* v.4, n.24, p. 277-85, 1990.

TORRES, E.A.F.S. *Teor de lipídios em alimentos e sua importância na nutrição*. [Tese de Livre Docência - Faculdade de Saúde Pública da USP]. São Paulo, 2000. 115p.

ZILVERSMIT D.B. Cholesterol index in foods. *J. Am. Diet. Assoc.* n. 74, p. 562-65 1979.

Recebido para publicação em 19/08/04.

Aprovado em 03/05/05.

# Colesterol e 7-cetocolesterol livre em macarrão contendo ovos\*

## *Cholesterol and free 7-ketocholesterol in pasta with eggs*

### ABSTRACT

ESCARABAJAL, C.; TENUTA FILHO, A. Cholesterol and Free 7-Ketocholesterol in Pasta with Eggs. *Nutrire*: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.= J. Brazilian Soc. Food Nutr., São Paulo, SP, v. 29, p. 51-60, jun. 2005.

*The egg is used as a raw material in food production due to its functional and nutritional properties. Oxidation of the cholesterol present in the egg is likely to occur in significant ratios, during processing, storage and/or preparation of the product for consumption. Samples of commercial pasta with eggs were analyzed in regard to cholesterol and its oxidative stability, evaluated by the occurrence of free 7-ketocholesterol. The quantification was made by High-Performance Liquid Chromatography. Cholesterol levels varied significantly, from 11.06 to 155.88mg/100g. For the most part, the samples showed values below the values declared by the manufacturers, indicating a lesser egg addition into the product than that recommended by the legislation, thus characterizing fraud. It was observed the presence of free 7-ketocholesterol,  $0.22 \pm 0.09 \mu\text{g/g}$  (dry base), or 0.4% of cholesterol. Additional studies are suggested aiming to better understand the stability of cholesterol during cooking of the pasta. This suggestion was made because the results obtained were not conclusive.*

**Keywords: cholesterol; cholesterol oxides; 7-ketocholesterol; pasta; egg.**

**CLÁUDIA ESCARABAJAL;  
ALFREDO TENUTA FILHO**

Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo

**Endereço para correspondência:**

Alfredo Tenuta Filho  
Av. Prof. Lineu Prestes, 580, Bloco 14, Cidade Universitária, CEP 05508-900, São Paulo, SP.

e-mail: eetenuta@usp.br.  
Trabalho apresentado no:

XIX Seminário de Pós-Graduação da FCF/USP, em São Paulo-SP, em 18-22/10/2004.

Trabalho subvencionado por: Auxílio à Pesquisa da FAPESP, processo nº 14173-0.

**Agradecimentos:**

À FAPESP, pelo auxílio financeiro, e à CAPES, pela Bolsa de Estudo concedida à autora C.E.

\* Trabalho baseado em Dissertação de Mestrado: Estabilidade oxidativa do colesterol em ovo integral em pó e em macarrão contendo ovos medida através do 7-cetocolesterol livre. 2004. Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP. 57 pp.

## RESUMEN

*El huevo es utilizado como materia prima en la producción de alimentos debido a sus propiedades funcionales y nutricionales. Una fracción significativa del colesterol constituyente del huevo puede sufrir oxidación durante el procesamiento, almacenamiento o manipulación para el consumo. En este estudio analizamos el colesterol y su estabilidad oxidativa, evaluada por la concentración de 7-cetocolesterol libre en muestras comerciales de pasta que contienen huevo en su formulación. Para la cuantificación utilizamos Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia. La variación en la concentración de colesterol determinada fue bastante amplia, 11,06 a 155,88mg/100g. En la mayoría de las muestras, los valores encontrados estaban abajo de los declarados por los fabricantes, indicando menor adición del huevo en el producto que el recomendado por la legislación y caracterizando fraude. La presencia de 7-cetocolesterol libre fue evidenciada,  $0,22 \pm 0,09 \mu\text{g/g}$  (materia seca), o 0,4% del colesterol. Estudios adicionales son necesarios para establecer la estabilidad del colesterol durante la preparación de pasta para el consumo, considerando que estos resultados no son conclusivos.*

**Palabras clave:** colesterol; óxidos de colesterol; 7-cetocolesterol; pasta; huevo.

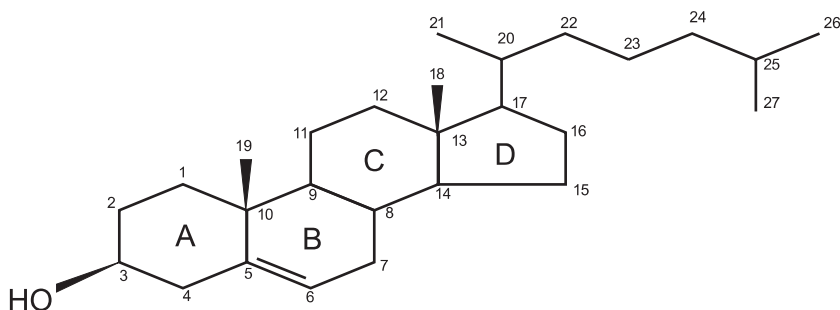
## RESUMO

*O ovo é utilizado como matéria-prima na produção de alimentos devido suas propriedades funcionais e nutricionais. Existe, entretanto, a possibilidade de ocorrer a oxidação do colesterol constituinte do ovo em proporções significativas, durante o processamento, estocagem, ou preparo do produto para o consumo. Amostras comerciais de macarrão contendo ovos foram analisadas em relação ao colesterol e à sua estabilidade oxidativa, avaliada pela ocorrência de 7-cetocolesterol livre. A quantificação foi feita por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência – CLAE. O colesterol variou bastante, de 11,06 a 155,88mg/100g. Na maioria das amostras, os valores encontrados estavam abaixo dos declarados pelos fabricantes, indicando menor adição de ovo no produto que a recomendada pela legislação, caracterizando fraude. Foi constatada a ocorrência do 7-cetocolesterol livre,  $0,22 \pm 0,09 \mu\text{g/g}$  (matéria seca), ou seja, 0,4% do colesterol quantificado. Estudos adicionais foram sugeridos para melhor conhecer a estabilidade do colesterol durante o preparo do macarrão para o consumo, tendo em vista os resultados não conclusivos obtidos.*

**Palavras-chave:** colesterol; óxidos de colesterol; 7-cetocolesterol; macarrão; ovo.

## INTRODUÇÃO

A estrutura química do colesterol é dada por núcleos policíclicos (ciclopentano-perhidrofenantreno), em quatro anéis (A,B,C, e D) fundidos entre si, e uma cadeia lateral alifática a partir do carbono 17. Entre os carbonos 5 e 6, no anel B, ocorre uma dupla ligação, e uma hidroxila está fixada ao carbono 3, no anel A, permitindo esterificação com ácido graxo (Figura 1) (MAERKER, 1987). Esta estrutura está sujeita à oxidação por reações enzimáticas, que ocorrem no organismo, e não-enzimáticas, em alimentos, sendo neste caso pelos processos de autooxidação, peroxidação lipídica ou oxidação fotoquímica (SMITH, 1987; 1990; GUARDIOLA *et al.*, 1995).



**Figura 1 Colesterol (MAERKER, 1987)**

Os estudos sobre a oxidação do colesterol em alimentos têm sido motivados principalmente pelas características biológicas de óxidos formados, que interferem na morfologia e função da membrana celular, inibem a biossíntese do próprio colesterol e são aterogênicos (BROWN e JESSUP, 1999; PENG *et al.*, 1991), citotóxicos (OSADA, 2002; OHTANI *et al.*, 1996; SEVANIAN e PETERSON, 1986; SMITH e JOHNSON, 1989), mutagênicos e carcinogênicos (GUARDIOLA *et al.*, 1996).

Muitos óxidos de colesterol (OsC) têm sido identificados (TAI *et al.*, 1999), sendo oito deles os mais frequentemente encontrados em alimentos: 7-cetocolesterol (7-ceto), 20-hidroxicolesterol (20-OH), 25-hidroxicolesterol (25-OH), 7 $\alpha$ -hidroxicolesterol (7 $\alpha$ -OH), 7 $\beta$ -hidroxicolesterol (7 $\beta$ -OH), colesterol-5,6 $\alpha$ -epóxido (5,6 $\alpha$ -epóxido), colesterol-5,6 $\beta$ -epóxido (5,6 $\beta$ -epóxido) e colestanoetriol (Triol) (LERCKER e RODRIGUEZ-ESTRADA, 2000; PIE *et al.*, 1990; TAI *et al.*, 1999). O 7-ceto tem ocorrência maior em muitos alimentos e, por isso, sugerido o seu uso como indicador da oxidação do colesterol.

O teor de colesterol tem sido utilizado como parâmetro da qualidade para macarrão contendo ovos, de acordo com a Resolução 12/78, da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos, do Ministério da Saúde (BRASIL, 1978). É estabelecido que “massas com ovos” devem conter no mínimo três ovos por quilograma, correspondendo a 0,450g de colesterol. A quantidade mínima requerida, por lei italiana, é de quatro ovos por quilograma (ZUNIN *et al.*, 1996).

No processo de fabricação de macarrão, os ciclos de secagem envolvem aquecimento a temperaturas entre 70-90°C, por períodos que podem exceder a dez horas (ZUNIN *et al.*, 1996). Os processos convencionais utilizam temperaturas na faixa de 40-50°C, com períodos de ventilação que podem exceder 14 horas (ORMENESE *et al.*, 1998). Na produção do macarrão contendo ovos, sob tais condições, é possível que a estabilidade oxidativa do colesterol seja afetada (PENAZZI *et al.*, 1995; ZUNIN *et al.*, 1996), assim como durante a estocagem e o preparo do produto para o consumo.

O objetivo do trabalho foi examinar amostras comerciais de macarrão contendo ovos em relação ao conteúdo em colesterol e à sua estabilidade oxidativa, por intermédio da quantificação do 7-cetocolesterol livre.

## MATERIAL E MÉTODOS

### MATERIAL

O isopropanol e o hexano utilizados na cromatografia tinham grau CLAE e os demais reagentes grau PA. O 6-cetocolesterol (*5 $\alpha$ -cholestan-3 $\beta$ -ol-6one*), 7-cetocolesterol (*5-cholesten-3 $\beta$ -ol-7-one*) e colesterol (*5-cholesten-3 $\beta$ -ol*) foram obtidos da Sigma, e o Florisil (MgO:SiO<sub>2</sub>, 15:85) da Merck. As amostras de macarrão foram adquiridas comercialmente em supermercados, na cidade de São Paulo, SP, e tinham validade entre dezembro de 2003 a julho de 2005.

### MÉTODOS

#### Umidade e lípides totais

A umidade foi analisada com base na perda de voláteis a 105°C (IAL, 1985) e os lípides totais por extração com clorofórmio/metanol (2:1) (BLIGH e DYER, 1959), a partir da amostra previamente hidratada com água destilada (1:1), sendo o extrato obtido evaporado a 40°C, em rotoevaporador, sob vácuo, e o resíduo pesado.

#### Colesterol

A extração lipídica seguiu o proposto por BLIGH e DYER (1959) e o extrato lipídico foi evaporado e submetido à saponificação a frio (25 a 30°C), por 18 horas, com 20mL de KOH 1M, em metanol, conforme CHEN e CHEN (1994). A fração insaponificável foi extraída com 10mL de hexano, por três vezes consecutivas, o solvente evaporado a 40°C, em rotoevaporador, sob vácuo, e o resíduo gerado usado na quantificação do colesterol por CLAE, segundo CSALLANY *et al.* (1989), depois de ressuspensão em 2mL da fase móvel hexano/isopropanol, 97:3, filtrado em membrana durapore (Millex-Millipore), com 0,45 $\mu$ m de diâmetro, e automaticamente injetado em alíquotas de 20 $\mu$ L, no cromatógrafo Shimadzu LC-10ADVP. Foi usada coluna  $\mu$ -Porasil, com 10 $\mu$ m de poro, de 30 x 0,39cm (WATERS ASSOCIATES), em fase normal, com o fluxo de 1mL/min. O monitoramento se deu a 206nm

utilizando detector de fotodiodos. Os parâmetros de validação do citado método constam publicados em MORALES-AIZPURÚA e TENUTA-FILHO (2005).

### 7-cetocolesterol livre

A extração lipídica foi feita conforme descrita por BLIGH e DYER (1959), com adição prévia de 6-cetocolesterol, como padrão interno (CHEN e CHEN,1994; MAERKER e UNRUH, 1986), e de BHT, a 0,02%, calculado em relação aos lípides. A separação em fase sólida consistiu do procedimento (método A) empregado por PENAZZI *et al.* (1995): o extrato lipídico (50-60mg) foi diluído com 0,5mL de n-heptano / isopropanol (98:2), adicionado em coluna de Florisil (500mg) e eluído com acetona. Após a evaporação da acetona, em rotoevaporador, a 40°C, sob vácuo, o resíduo foi dissolvido em 2mL da fase móvel hexano/ isopropanol (93:7), filtrado em membrana durapore (Millex-Millipore), e automaticamente injetado (20µL) no cromatógrafo, como no caso do colesterol (CSALLANY *et al.*,1989), com monitoramento a 233nm. A validação do método foi feita com base na recuperação (n=5) do 7-cetocolesterol (96,62 ± 0,11%) e do 6-cetocolesterol (91,81 ± 1,10%), usado como padrão interno, adicionados à amostra antes da extração lipídica.

### Estabilidade do colesterol durante o cozimento

Três lotes distintos de duas amostras de macarrão, selecionadas por seus baixo e alto teores de colesterol, respectivamente (Tabela 1), foram cozidos em água destilada fervente contendo 2% de NaCl, por 7 e 8 minutos, de acordo com a orientação do fabricante, e analisados no prazo máximo de uma hora após o tratamento térmico.

**Tabela 1 Umidade e lípides totais (g/100g, matéria seca) em macarrão contendo ovos<sup>a</sup>**

Marcas	Umidade	Lípides totais
Renata	8,74 ± 0,56 (6,41)	5,97 ± 0,02 (0,34)
Carrefour	10,42 ± 0,59 (5,66)	5,36 ± 0,43 (8,04)
Petybon	10,32 ± 0,69 (6,69)	5,52 ± 0,39 (7,07)
Adria	7,92 ± 0,04 (0,51)	5,42 ± 0,01 (0,18)
Paty	8,63 ± 0,85 (9,85)	5,63 ± 0,22 (3,91)
Dona Benta	7,23 ± 0,04 (0,55)	5,24 ± 0,20 (3,82)
De Cecco	7,90 ± 0,49 (6,20)	5,74 ± 0,01 (0,17)
Barilla	7,86 ± 0,06 (0,76)	5,20 ± 0,42 (8,08)
Mazzarella	9,57 ± 0,15 (1,57)	5,25 ± 0,07 (1,33)
Cadoro Di Venezi	11,16 ± 0,94 (8,42)	4,87 ± 0,01 (0,21)
Nissin – Miojo	10,62 ± 0,90 (8,47)	5,76 ± 0,21 (3,64)

<sup>a</sup>Média(n=3) ± Desvio-padrão (Coeficiente de variação, %).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### UMIDADE E LÍPIDES TOTAIS

Os teores de umidade (7,23-11,16g/100g) e lípides totais (4,87-5,97g/100g; matéria seca) (Tabela 1) das amostras analisadas variaram muito pouco entre si, principalmente os últimos. Os níveis de lípides encontrados foram maiores que os relatados por ZUNIN *et al.* (1996), 3-4g/100g, e LERCKER e RODRIGUEZ-ESTRADA (2000), 0,8-2,9g/100g.

### COLESTEROL

Níveis de colesterol entre 11,06 a 155,88mg/100g (matéria seca) foram constatados nas amostras de macarrão analisadas (Tabela 2). Em quatro delas os teores eram relativamente elevados, 72,50-155,88mg/100g. Em sete (64%) das onze marcas estudadas a concentração de colesterol estava abaixo do valor declarado pelo fabricante. No caso mais crítico (Nissin-Miojo) apenas 22% do colesterol declarado foi encontrado.

**Tabela 2 Colesterol e 7-cetocolesterol livre em macarrão contendo ovos, em matéria seca**

Marcas	Colesterol (mg/100g)		7-cetocolesterol livre	
	Encontrado*	Declarado**	µg/g de amostra*	µg/g de lípides*
Renata	26,14	45	0,22	94,23
Carrefour	23,94	45	0,24	106,81
Petybon	22,35	45	0,12	54,40
Adria	72,50	50	0,37	157,25
Paty	43,76	45	0,07	30,49
Dona Benta	19,75	45	0,16	71,28
De Cecco	155,88	95	0,36	156,55
Barilla	107,91	100	0,24	105,31
Mazzarella	29,57	45	0,20	87,98
Cadoro Di Venezi	97,36	105	0,24	106,42
Nissin – Miojo	11,06	50	0,23	101,84
M ± DP	55,47 ± 46,78		0,22 ± 0,09	97,51 ± 38,00
CV(%)	84,33		40,11	38,97

M = Média. DP = Desvio-padrão. CV= Coeficiente de variação. \*Resultados em duplicata. \*\* Informação contida no rótulo do produto.

Os elevados níveis indicados, na Tabela 2, não estariam atendendo a tendência atual de consumo de alimentos com baixos teores em colesterol, voltada à preocupação com moléstias cardiovasculares. O macarrão é um alimento de largo consumo por adultos e crianças, sendo importante o conteúdo em colesterol. O consumo brasileiro em 2001 foi de 5,7kg/pessoa/ano (13ª colocação), sendo os principais países consumidores a Itália e Venezuela, com 28 e 12,7kg/pessoa/ano, respectivamente 1º e 2º colocados (U.N.I.P.I., 2002).

O teor de colesterol tem sido utilizado como parâmetro da qualidade do macarrão com ovos. Pelas normas vigentes, o produto deve conter no mínimo 3 ovos ou 0,450g de colesterol/kg (BRASIL, 1978). Pelos resultados da Tabela 2, sete (64%) das onze marcas analisadas não atenderam a essa imposição legal, podendo ser interpretado como fraude. MARSIGLIA *et al.* (1994) detectaram 38,1-66,0mg de colesterol/100g de macarrão contendo ovos, verificando que das nove marcas examinadas quatro (44%) não cumpriam a legislação. BRAGAGNOLO e RODRIGUEZ-AMAYA (1993) chegaram a valores de colesterol em cinco marcas do produto, entre 2 a 24mg/100g, bem abaixo do mínimo permitido pela legislação vigente.

## 7-CETOCOLESTEROL LIVRE

Foi verificada a ocorrência de 7-cetocolesterol livre entre 0,07 a 0,37µg/g de amostra seca ou 30,49 a 157,25µg/g de lípides (Tabela 2). Esses resultados estão bem acima dos relatados por ZUNIN *et al.* (1996), 6,3 a 57µg /g de lípides, em que 87,5% situaram-se abaixo de 20µg/g de lípides. No presente trabalho, 90,91% dos resultados foram superiores a 50µg/g de lípides. De acordo com ZUNIN *et al.* (1996), a utilização de ovo em pó na fabricação do macarrão pode proporcionar níveis altos de 7-cetocolesterol livre, e baixos pelo o uso de ovo líquido.

A presença de colesterol oxidado verificada no produto examinado não permite avaliação toxicológica conclusiva, a não ser pelo reconhecimento do que poderia estar sendo ingerido em relação apenas ao 7-cetocolesterol livre. Para o consumo brasileiro de macarrão com ovos, contendo 0,22µg de 7-cetocolesterol livre/g (Tabela 2), por meio das 15,83g diárias (5,7kg/pessoa/ano; U.N.I.P.I., 2002), haveria uma ingestão desse óxido de 3,48µg/pessoa/dia. Esta ingestão pode ser representativa se comparada à ocorrência do 7-cetocolesterol no plasma de sujeitos saudáveis - 0,022 a 4,45mg/L -, valores esses reunidos da literatura por LINSEISEN e WOLFRAM (1998b).

Os conhecimentos atuais, no entanto, não permitem ainda reconhecer as quantidades dos OsC presentes em alimentos que possam representar risco ao consumidor. Entre as dificuldades estão o perfil variável dos óxidos quando formados nos diferentes alimentos, e a biodisponibilidade de cada um deles, de difícil avaliação, considerando as diferenças individuais observadas na absorção (LINSEISEN e WOLFRAM, 1998a).

## ESTABILIDADE OXIDATIVA DO COLESTEROL DURANTE O COZIMENTO DO MACARRÃO

Duas marcas de macarrão foram utilizadas na avaliação da estabilidade oxidativa do colesterol em relação ao cozimento. Houve um aumento aparente (não significativo) de 6,7% e 20,2%, respectivamente, nos conteúdos de 7-cetocolesterol livre, das amostras tratadas termicamente (Tabela 3). Esses resultados quando analisados em relação ao teor de colesterol indicaram a mesma formação de 7-cetocolesterol livre, cerca 0,06%, nas duas marcas do produto. Os resultados sugerem estudos adicionais para avaliar a estabilidade do colesterol nas condições indicadas, principalmente quando este último está presente em grandes quantidades, como foi observado em algumas amostras (Tabela 1).

**Tabela 3** 7-cetocolesterol livre em macarrão contendo ovos, não-cozido e cozido

Marcas	7-cetocolesterol livre ( $\mu\text{g/g}$ , matéria seca)		7-cetocolesterol livre ( $\mu\text{g/g}$ de lípides)	
	Não-cozido	Cozido	Não-cozido	Cozido
De Cecco*	0,32 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup> (11,26)	0,35 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup> (11,43)	148,72 $\pm$ 15,76 <sup>a</sup> (10,59)	158,67 $\pm$ 7,25 <sup>a</sup> (10,87)
Dona Benta**	0,14 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup> (15,23)	0,18 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup> (14,69)	69,06 $\pm$ 6,68 <sup>a</sup> (9,67)	83,02 $\pm$ 11,57 <sup>a</sup> (13,93)

Média (n=3)  $\pm$  Desvio-padrão. (Coeficiente de variação, %). Teores de colesterol: (\*) 155,88mg/100g; (\*\*) 19,75mg/100g. Letras superescritas iguais, nas linhas, indicam diferenças estatísticas não-significativas [p>0,05, ANOVA (Instat 2.01, Graph Pad Software)].

## CONCLUSÕES

O colesterol encontrado em níveis mais baixos que os indicados pela legislação vigente caracteriza fraude nos produtos estudados correspondentes. Os elevados teores verificados, não acompanham a tendência atual de consumo de alimentos contendo níveis mais baixos de colesterol. O 7-cetocolesterol livre encontrado em todas as amostras de macarrão contendo ovos indicou a presença de colesterol oxidado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS/REFERENCES

- BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, Montreal, v.37, p.911-917, 1959.
- BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUES-AMAYA, D.B. Avaliação do teor de colesterol como parâmetro de controle de qualidade para massas com ovos. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, São Paulo, v.53, n.1/2, p.21-26, 1993.
- BRASIL. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos Resolução nº 12/78. Aprova Normas Técnicas Especiais, do Estado de São Paulo, relativas a alimentos. Corrigidas pelo Comunicado nº 37/80 da Divisão Nacional de Normas de Vigilância Sanitária de Alimentos. *Diário Oficial da União*, 24 jul. 1978. Seção 1, p.11499-577.
- BROWN, O.; JESSUP, W. Oxysterols and atherosclerosis. *Atherosclerosis*, Shannon, v.142, p.1-28, 1999.
- CHEN, B.H.; CHEN, Y.C. Evaluation of the analysis of cholesterol oxides by liquid chromatography. *J. Chromatogr., A*, Amsterdam, v.661, p.127-136, 1994.
- CSALLANY, A.S.; KINDOM, S.E.; ADDIS, P.B.; LEE, J. HPLC method for quantitation of cholesterol and four of its major oxidation products in muscle and liver tissues. *Lipids*, Champaign, v.24, n.7, p.645-651, 1989.
- GUARDIOLA, F.; CODONY, R.; ADDIS, P.B.; RAFECAS, M.; BOATELLA, J. Biological effects of oxysterols: current status. *Food Chem. Toxic.*, Oxford, v.34, n.2, p.193-211, 1996.
- GUARDIOLA, F.; CODONY, R.; MISKIN, D.; RAFECAS, M.; BOATELLA, J. Oxysterol formation in egg powder and relationship with other quality parameters. *J. Agric. Food Chem.*, Columbus, v.43, p.1903-1907, 1995.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas analíticas do Inst. Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos*. 3.ed., São Paulo, 1985. 533p.
- LERCKER, G.; RODRIGUEZ-ESTRADA, M.T., Cholesterol oxidation: presence of 7-ketocolesterol in different food products. *J. Food Compos. Anal.*, Orlando, v.13, p.625-631, 2000.
- LINSEISEN, J.; WOLFRAM, G. Absorption of cholesterol oxidation products from ordinary foodstuff in humans. *Ann. Nutr. Metab.*, Basel, v.42, p.221-230, 1998a.
- LINSEISEN, J.; WOLFRAM, G. Origin, metabolism, and adverse health effects of cholesterol oxidation products. *Fett/Lipid*, Weinheim, v.100, n.6, p.211-218, 1998b.
- MAERKER, G. Cholesterol autoxidation-current status. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, v.64, n.3, p.388-392, 1987.
- MAERKER, G.; UNRUH JR, J. Cholesterol oxides I. Isolation and determination of some cholesterol oxidation products. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, v.63, n.6, p.767-771, 1986.
- MARSIGLIA, D.A.P.; GARBELLOTTI, M.L.; FLORA, C.; ZENEBON, O.; LEONARDO, M.V. Colesterol: modificações da metodologia oficial do Instituto Adolfo Lutz e sua quantificação em massas alimentícias. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, São Paulo, v.54, n.1, p.51-54, 1994.
- MORALES-AIZPURÚA, I.C.; TENUTA-FILHO, A. Oxidation of cholesterol in mayonnaise during storage. *Food Chem.*, Kidlington, v.89, p.611-615, 2005.
- OHTANI, K.; MIYABARA, K.; OKAMOTO, E.; KAMEL, M.; MATSUI-YUASA, I. Citotoxicity of 7-cetocolesterol toward cultured rat hepatocytes and the effect of vitamin E. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, Tokyo, v.60, n.12, p. 989-993, 1996.
- ORMENESE, R.C.S.C.; LEITÃO, R.F.F.; SILVEIRA, N.F.A.; BALDINI, V.L.S. Influência da secagem à alta temperatura nas características das massas com ovos. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v.18, n.1, p.7-12, 1998.

- OSADA, K. Cholesterol oxidation products other biological effects. In: : GUARDIOLA, F. DUTTA, P.C., CODONY, R., SAVAGE, G.P. (Eds.) *Cholesterol and phytosterol oxidation products analysis, occurrence, and biological effects*. Champaign: AOCS, 2002. cap.14, p.279-318.
- PENAZZI, G.; CABONI, M. F.; ZUNIN, P.; EVANGELISTI, F.; TISCORNIA, E.; TOSCHI, T.G.; LERCKER, G. Routine high-performance liquid chromatographic determination of free 7-ketocholesterol in some foods by two different analytical methods. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, v.72, n.2, p.1523-1527, 1995.
- PENG, S.; HU, B.; MORIN, R.J. Angiotoxicity and atherogenicity of cholesterol oxides. *J. Clin. Lab. Anal.*, New York, v.5, p.144-152, 1991.
- PIE, J.E.; SPAHIS, K.; SEILLAN, C. Evaluation of oxidative degradation of cholesterol in food and food ingredients: identification and quantification of cholesterol oxides. *J. Agric. Food Chem.*, Columbus, v.38, p.973-979, 1990.
- SEVANIAN, A.; PETERSON, A.R. The cytotoxic and mutagenic properties of cholesterol oxidation products. *Food Chem. Toxicol.*, Oxford, v.24, n.10/11, p. 1103-1110, 1986.
- SMITH, L.L., Cholesterol autoxidation 1981-1986. *Chem. and Phys. Lipid*, Shannon, v.44, p.87-125, 1987.
- SMITH, L.L., Mechanisms of formation of oxysterols: a general survey. In: CRASTES DE PAULET, A.; DOUTE-BLAZY, L. PAOLETTI, R. Eds: *Free radicals, lipoproteins, and membrane lipids*, New York: Plenum Press, 1990. p.115-132. (NATO ASI series. Séries A, Life Sci., v.189). (Proceedings of free radicals and active forms of oxygen on lipoproteins and membrane lipids: cellular interactions and atherogenesis, 1988, Bandol, France).
- SMITH, L.L.; JOHNSON, B.H. Biological activities of oxysterols. *Free Radical Biol. Med.*, New York, v.7, p.285-332, 1989.
- TAI, C.Y.; CHEN, Y.C.; CHEN, B.H. Analysis, formation and inhibition of cholesterol oxidation products in foods: An overview (Part I). *J. Food Drug Anal.*, Nankang, v.7, n.4, p.243-257, 1999.
- UNIONE INDUSTRIALI PASTAI ITALIANI. U.N.I.P.I. Disponível em [www.unipi-pasta.it](http://www.unipi-pasta.it), acesso em: economia e impresa, última modificação: 12 dez. 2002.
- ZUNIN, P.; EVANGELISTI, F.; CALCAGNO, C.; TISCORNIA, E. Cholesterol oxidation in dried egg pasta: detecting 7-ketocholesterol content. *Cereal Chem.*, St. Paul, v.73, n.6, p.691-694, 1996.

Recebido para publicação em 25/02/05.  
Aprovado em 02/05/05.

# Alimentos sem glúten no controle da doença celíaca

## *Gluten free foods for control of celiac disease*

### ABSTRACT

POSSIK, P.A.; FINARDI FILHO, F.; FRANCISCO, A.; LUIZ, M.T.B. Gluten free foods for control of celiac disease. *Nutrire*: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.= J. Brazilian Soc. Food Nutr., São Paulo, SP, v. 29, p. 61-74, jun. 2005.

*Celiac disease is a digestive illness caused by gluten's toxic effect, which damages the intestinal tract and interferes with nutrient absorption. The symptoms may vary from simple malnutrition to the appearance of lymphomas. The treatment is based on a gluten free diet avoiding the ingestion of wheat, barley, rye, oats and hybrid grains from these cereals such as Triticale sp. However, regarding oats, studies have shown that some patients can tolerate its consumption due to the proteic fraction structure and low content of avenins present in the grain. Attention should be given to foods and pharmaceutical products that employ wheat starch as an ingredient in their formulations. In Brazil, Federal Law n°. 10.674 from May 16<sup>th</sup>, 2003 states that the warning "contains gluten" or "does not contain gluten" must be included in all commercial food labels. Certification of the absence of gluten declared in food labels is essential to guarantee a safe diet and does require analysis of the food products that are supposedly gluten free.*

**Keywords: celiac disease; gluten; diet therapy.**

PRISCILA ABRÃO POSSIK<sup>1</sup>;  
FLÁVIO FINARDI FILHO<sup>2</sup>;  
ALÍCIA DE FRANCISCO<sup>3</sup>;  
MARILDE TEREZINHA BORDIGNON LUIZ<sup>4</sup>  
<sup>1,3,4</sup>Departamento de  
Ciência e Tecnologia de  
Alimentos (CAL),  
Universidade Federal de  
Santa Catarina (UFSC).  
<sup>2</sup>Departamento de  
Alimentos e Nutrição  
Experimental - FCF (USP).  
**Endereço para  
correspondência:**  
Priscila Abrão Possik,  
Departamento de Ciência  
e Tecnologia de  
Alimentos (CAL),  
Centro de Ciências  
Agrárias (CCA),  
Universidade Federal de  
Santa Catarina (UFSC),  
Rod. Admar Gonzaga,  
n° 1346. Itacorubi,  
Florianópolis - SC.  
CEP: 88030-001.  
Tel: (48) 331-5376,  
Fax: (48) 334-3726.  
e-mail:  
pripossik@yahoo.com.br

## RESUMEN

*La enfermedad celíaca es una alteración digestiva provocada por acción tóxica del gluten, el cual daña el tracto intestinal e interfiere en la absorción de nutrientes. Los síntomas pueden variar desde desnutrición hasta el apareamiento de linfomas. El tratamiento es básicamente dietético debiendo excluirse el gluten de la dieta por eliminación de la ingestión de trigo, cebada, centeno, avena y de granos híbridos de estos cereales, como el Triticale sp. En relación a la avena, estudios muestran que algunos pacientes pueden tolerar su consumo en función de la estructura de su fracción proteica y de la baja cantidad de avenina presente en el grano. Especial atención requieren los alimentos y productos farmacéuticos que utilizan almidón de trigo en su formulación. En Brasil, la Ley Federal número 10.674 del 16 de Mayo de 2003 obliga el uso de la advertencia "contiene gluten" o "no contiene gluten" en el rótulo de todos los alimentos comercializados. La certificación de la ausencia de gluten declarada en los rótulos de los alimentos, esencial para la ingestión de una dieta segura, requiere la evaluación de los productos supuestamente libres de gluten.*

**Palabras clave: enfermedad celíaca; gluten; dietoterapia.**

## RESUMO

*A doença celíaca é uma enfermidade digestiva causada pelo efeito tóxico do glúten, o qual danifica o trato intestinal e interfere na absorção de nutrientes. Os sintomas podem variar desde uma desnutrição até o surgimento de linfomas. O tratamento é basicamente dietético, devendo-se excluir o glúten da dieta, evitando-se a ingestão de trigo, cevada, centeio, aveia e de grãos híbridos desses cereais, como o Triticale sp. Em relação à aveia, estudos mostram que alguns pacientes podem tolerar seu consumo em função da estrutura de sua fração proteica e da baixa quantidade de aveninas presente no grão. Uma grande atenção deve ser dada aos alimentos e produtos farmacêuticos que utilizam amido de trigo como ingrediente em suas formulações. No Brasil, a Lei Federal número 10.674 de 16 de maio de 2003, obriga a advertência "contém glúten" ou "não contém glúten" nos rótulos de todos os alimentos comercializados. A certificação da ausência de glúten declarada nos rótulos dos alimentos, essencial para seguir uma dieta segura, requer a avaliação dos produtos supostamente livres de glúten.*

**Palavras-chave: doença celíaca; glúten; dietoterapia.**

## INTRODUÇÃO

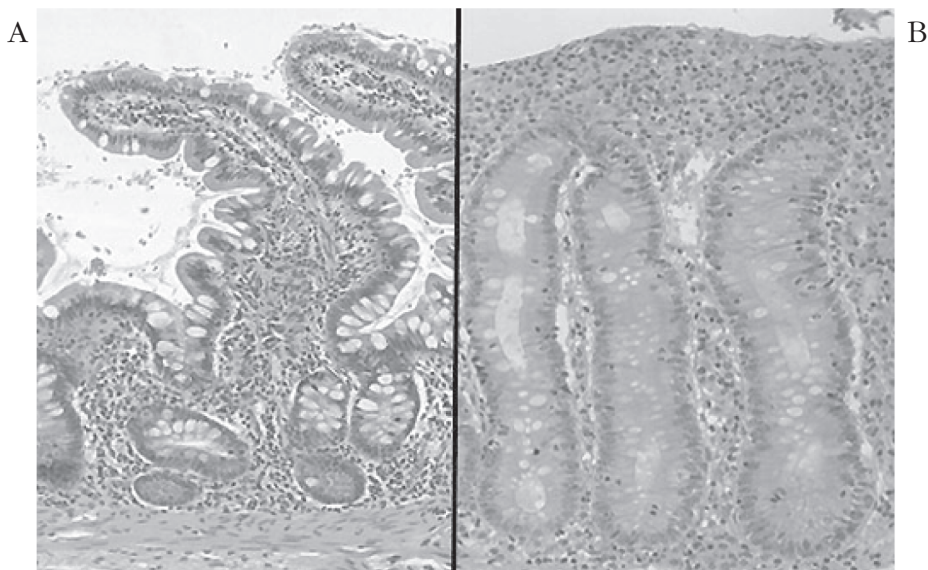
A doença celíaca é uma enfermidade digestiva causada pelo efeito tóxico das prolaminas, proteínas que fazem parte do glúten. O primeiro artigo com a caracterização clínica da doença, até então denominada “afecção celíaca” foi publicado em 1888 por Samuel Gee (BARBIERI, 1996; SEMRAD, 2000; KOTZE, 2001). Durante a II Guerra Mundial, o pediatra e professor holandês Willem Karel Dicke, sugeriu que certos grãos de cereais da dieta eram prejudiciais para crianças com doença celíaca. Ele observou que pessoas com diagnóstico prévio de doença celíaca melhoraram durante o período em que produtos de grãos eram escassos e, quando os grãos se tornaram mais abundantes, depois da guerra, a incidência da doença voltou aos seus níveis de pré-guerra (BERGE HENEGOUWEN e MULDER, 1993; BRUZZONE e ASP, 1999). Em 1941, Dicke publicou o primeiro artigo sobre o tratamento dietético e, em 1954, Paulley descreveu pela primeira vez a lesão intersticial atrofia vilosa em pacientes com doença celíaca (BARBIERI, 1996). Mas, foi só em 1969, que a Sociedade Européia de Gastroenterologia Pediátrica e Nutrição (ESPGAN), estabeleceu critérios para o diagnóstico da doença, com base em dados anatomo-patológicos relacionados com a presença ou não de glúten na dieta do paciente (MORAIS *et al.*, 2001). Na década de 80, em Manchester (Inglaterra), foi enfatizado o papel do sistema imune em causar lesão intestinal na doença celíaca e os anticorpos identificados no soro de pacientes, passam a constituir verdadeiros marcadores da doença (SEMRAD, 2000).

Com o objetivo de minimizar as dificuldades de seguir uma dieta livre de glúten surgiram, no mundo todo, as Associações de Celíacos. Em fevereiro de 1994, portadores da doença fundaram em São Paulo-Brasil a ACELBRA (Associação dos Celíacos do Brasil), que hoje tem filiais em vários Estados (SDEPANIAN *et al.*, 1998). Esta associação objetiva principalmente a divulgação da doença e a orientação aos pacientes.

## DOENÇA CELÍACA

Considerada uma das doenças imunológicas mais comuns (MOWAT, 2003), a doença celíaca (DC), também denominada espru celíaco (BARBIERI, 1996) ou enteropatia sensível ao glúten (ESG) (BRUZZONE e ASP, 1999; SEMRAD, 2000; FORNAROLI *et al.*, 2003) é uma enfermidade digestiva causada pelo efeito tóxico do glúten, em indivíduos geneticamente susceptíveis, caracterizada por atrofia total ou subtotal das vilosidades da mucosa do intestino delgado, provocando má absorção de nutrientes na dieta (MORAIS *et al.*, 2001).

O revestimento normal do intestino delgado é constituído por vilosidades que são responsáveis pela absorção de nutrientes durante a ingestão dos alimentos (GLUTEN SENSITIVITY, 2004). As prolaminas fazem com que as vilosidades da mucosa intestinal (Figura 1a) tornem-se atrofiadas e aplainadas (Figura 1b), diminuindo a superfície de absorção e reduzindo a produção das enzimas dissacaridases e peptidases, enzimas necessárias para a



**Figura 1** A: mucosa do intestino delgado com as vilosidades normais em indivíduo tratado com a dieta livre de glúten; B: mucosa do intestino delgado com as vilosidades atrofiadas. Fonte: <http://medlib.med.utah.edu/WebPath/GIHTML/GI152.html>

digestão dos alimentos e transporte de nutrientes na corrente sanguínea. O resultado é uma má absorção, principalmente de lipídios, carboidratos, proteínas, ferro, magnésio, zinco e vitaminas lipossolúveis (MORAIS *et al.*, 2001).

A sensibilidade de indivíduos, por certos alimentos, envolve vários tipos de mecanismos que se distinguem entre a intolerância alimentar e a verdadeira alergia alimentar (TAYLOR, 2000; KIMBER e DEARMAN, 2001). A intolerância é definida como qualquer forma de sensibilidade pelo alimento que não envolve mecanismos imunológicos (SCHEPERS, 1998; TAYLOR, 2000; KIMBER e DEARMAN, 2001), incluindo reações tóxicas e metabólicas (SCHEPERS, 1998). As alergias alimentares são uma resposta anormal do sistema imunológico perante certos componentes dos alimentos (TRONCONE *et al.*, 1996b; SCHEPERS, 1998; TAYLOR, 2000; KIMBER e DEARMAN, 2001). Os mecanismos das reações envolvidas tanto nas alergias como nas intolerâncias ainda não estão bem esclarecidos e, talvez, por essa razão, autores empreguem terminologias diferentes para a mesma manifestação clínica (KIMBER e DEARMAN, 2001). Apesar de alguns autores (MILETIC *et al.*, 1994; THOMPSON, 1997; MORAIS *et al.*, 2001; FORNAROLI *et al.*, 2003) usarem o termo intolerância na descrição da doença celíaca, segundo LESSOF (1996), SCHEPERS (1998) e TAYLOR (2000), a DC é uma reação alérgica.

Os sintomas clínicos são muitos (CRONIN, 2003) e podem variar desde uma desnutrição grave até osteoporose (ACELBRA, 2004). Na criança celíaca de 6 meses a 3 anos de idade, os sintomas mais comuns são diarreia, desnutrição, falta de crescimento, vômito

em jato e inchaço abdominal, enquanto os adultos podem apresentar apetite aumentado, perda de peso, fraqueza e fadiga (SCHEPERS, 1998). O paciente celíaco que não segue o tratamento dietético durante o período etário-pediátrico apresenta, na idade adulta, altura menor que a prevista e passa a pertencer a um grupo de risco susceptível a tumores (BARBIERI, 1996). Quando crianças celíacas não tratadas com dieta livre de glúten desenvolvem alguma doença infecciosa, para a maioria, há alto risco de o caso se tornar fatal (GRECO e PERCOPO, 1996). Osteoporose, infertilidade, retardo no crescimento e riscos de tumores malignos, como linfoma, são as principais razões para se suspeitar da doença celíaca em sua forma assintomática (CRONIN, 2003). Manifestações em celíacos como perda de peso, diarreia grave, febre e anorexia podem ser o primeiro sinal de linfoma (COSTA, 2003). Não existem dúvidas de que pacientes com DC que não seguem a dietoterapia têm um risco alto de desenvolver linfomas (HOLMES *et al.*, 1989).

Existe um consenso geral de que a incidência da DC é bem maior do que se publica (JENNINGS e HOWDLE, 2003). Um estudo colaborativo promovido pela ESPGAN (Sociedade Européia de Gastroenterologia e Nutrição), envolvendo 36 centros de 22 países, observou uma média de um caso para cada 1000 nascidos vivos. Verificou-se que não há diferença significativa entre os diferentes países estudados, inclusive na América do Sul (TRONCONE *et al.*, 1996a *apud* SDEPADIAN *et al.*, 1998). GALDOLFI *et al.* (2000) determinaram a incidência da DC na cidade de Brasília em 2045 doadores de sangue saudáveis. O resultado, considerado preliminar, foi de 1/681, indicativo de que a doença celíaca não é rara no Brasil.

## DIETOTERAPIA

Desde a década de 30, Willem-Karel Dicke observava que a base do tratamento da doença celíaca é a dieta livre de glúten (BERGE-HENEGOUWEN e MULDER, 1993; THOMPSON, 1997). O único tratamento atualmente disponível ainda é basicamente dietético (MOWAT, 2003), devendo-se excluir o glúten da dieta durante toda a vida (THOMPSON, 2000; KOTZE, 2001; MORAIS *et al.*, 2001; COSTA, 2003; MOWAT, 2003). Medicamentos são utilizados apenas para a correção de carências vitamínicas, de sais minerais e de proteínas, como coadjuvantes para a digestão de gorduras, como enzimas pancreáticas, e para o tratamento de infecções antimicrobianas concomitantes (KOTZE, 2001).

Os objetivos do tratamento são: (1) eliminar as alterações fisiopatológicas intestinais, (2) facilitar e favorecer a absorção de nutrientes, (3) normalizar o trânsito intestinal e (4) recuperar o estado nutricional do paciente (KOTZE, 2001). Após a retirada de glúten da dieta, o desaparecimento dos sintomas é bastante rápido, com retomada do crescimento em crianças e ganho de peso em adultos (KOTZE, 2001).

Na Europa, a maioria dos produtos para celíacos é a base de amido de trigo e de farinhas de arroz e milho, e portanto VALDÉS *et al.* (2003), analisaram 223 amidos de trigo, 322 produtos a base de milho e 742 a base de arroz. Em somente 24% dos amidos não foi detectado glúten e,

apenas 31% dos produtos a base de milho e, em 39% dos a base de farinha de arroz continham baixos níveis de glúten (< 3,2ppm).

O glúten está presente no trigo, cevada, centeio, aveia e em grãos híbridos desses cereais, como o *Triticale sp* (CHARTRAND *et al.*, 1997; SEMRAD, 2000) e, quando hidratado, constitui-se de uma rede viscoelástica, com aproximadamente 75% de proteínas, 15% de carboidratos, 6% de lipídios e 0,8% de sais minerais (SGARBIERI, 1996). Esta propriedade responsável pela extensibilidade e expansão da massa proporciona à farinha as características de panificação, adequadas e específicas para a textura de pães, bolos e massas em geral (FENEMA, 1996). As proteínas do glúten estão divididas em dois grupos: as gliadinas, que pertencem à classe das prolaminas e as gluteninas, da classe das glutelinas (SGARBIERI, 1996). As prolaminas representam a fração tóxica e diferem de acordo com o tipo de cereal: gliadina no trigo, secalina no centeio, hordeína na cevada e avenina na aveia (CICLITIRA e ELLIS, 1991; WIESER, 1996, THOMPSON, 1997). A toxicidade da gliadina, da secalina e da hordeína na doença celíaca está bem estabelecida, enquanto o papel da avenina ainda é motivo de controvérsias (THOMPSON, 2003).

Embora possa parecer simples, a princípio, seguir uma dieta restrita, livre de glúten, na prática evidencia-se uma série de dificuldades pela mudança do hábito alimentar com problema de adaptação à dieta (SDEPANIAN *et al.*, 1998; PICCOLOTO, 2002; FORNAROLI *et al.*, 2003). O que ocorre é a oferta de alimentos que não exigem muita manipulação como frutas, mingaus e ovos cozidos, o que pode levar a monotonia e anorexia, prejudicando o estado nutricional de pacientes debilitados (EGASHIRA *et al.*, 1986). A falta e o alto custo de alimentos alternativos à venda no mercado e de consumo mais freqüente, como pão, bolacha e macarrão implicam na necessidade do preparo caseiro desses alimentos com farinhas não usualmente utilizadas.

O paciente deve ter uma dieta variada incluindo os alimentos energéticos como os carboidratos e lipídios, os construtores como as proteínas de origem vegetal e animal e os reguladores como vitaminas, sais minerais e fibras (ACELBRA, 2004). Segundo SDEPANIAN *et al.* (1998), são considerados permitidos os seguintes alimentos: grãos, como feijão, lentilha, soja, ervilha, grão de bico; gorduras, óleos e azeites; legumes, hortaliças e frutas; ovos; carnes de vaca, frango, porco, peixe e leite; derivados de milho, como farinha, amido e fubá, de arroz, de batata e de mandioca, nas formas de farinhas e féculas.

Existe um consenso geral sobre a toxicidade do trigo, cevada e centeio e sobre a não toxicidade do arroz e milho. No entanto, ainda existem dúvidas a respeito da utilização da aveia, amaranto, quinoa e *buckwheat* nas dietas sem glúten. Amaranto, quinoa, *buckwheat*, *millet* e o sorgo são temas de debates, mas não existe nenhuma evidência de que sejam prejudiciais aos pacientes celíacos (THOMPSON, 2001a). Desses vegetais, apenas o sorgo é comercializado no mercado brasileiro, porém seu uso restringe-se à alimentação animal. O amaranto, ainda em fase de pesquisa e adaptação às condições tropicais, poderá estar disponível em poucos anos como alternativa de consumo.

Teoricamente *buckwheat* não contém glúten, mas em uma pesquisa realizada por CHARTRAND *et al.* (1997) foram detectados níveis altos de gliadina, resultado atribuído a possível contaminação durante a moagem. O malte, um subproduto da cevada, contido nas bebidas achocolatadas e na cerveja, o extrato de malte presente em alguns cereais em flocos (EGASHIRA *et al.*, 1986; ELLIS *et al.*, 1998) e o amido de trigo (THOMPSON, 2001b) também são motivos de controvérsias, pois podem conter glúten. CHARTRAND *et al.* (1997) avaliaram os efeitos do consumo de amido de trigo (0,75mg/dia) em 17 pacientes celíacos, por um período de 5 meses. Onze pacientes (65%) apresentaram sintomas e os pesquisadores recomendaram excluir o amido de trigo da dieta livre de glúten.

Uma grande pesquisa sobre a aceitabilidade de alguns alimentos na dieta sem glúten, na qual participaram 5 organizações dos Estados Unidos, 58 de outros países e 42 profissionais da área médica que tratam pacientes com doença celíaca, evidenciou a necessidade de um consenso entre as organizações. A aveia, o amido de trigo e o malte foram considerados, pela maioria, inaceitáveis enquanto, o *millet*, sorgo, *buckwheat*, quinoa e amaranto foram parcialmente aceitos (THOMPSON, 2000).

A questão de introduzir aveia na dieta sem glúten tem sido tema de debate há muitos anos. Pesquisas mostram que adultos com doença celíaca podem consumir quantidades moderadas de aveia sem nenhum efeito imunológico (JANATUINEN *et al.*, 2000; PICARELLI *et al.*, 2001), porém segundo KUMAR (1988) e SILVA (1996), o consumo de uma pequena quantidade de glúten, em longo prazo, pode promover a volta dos sintomas. JANATUINEN *et al.* (2002) avaliaram os efeitos clínicos e nutricionais que poderiam ser causados por uma dieta sem glúten, incluindo aveia. Depois de cinco anos, ainda seguiam as recomendações 23 pacientes do grupo que ingeriu aveia, em média 34g/dia e, 28 pacientes do grupo controle com uma dieta livre de glúten convencional. Não foram encontradas diferenças significativas, entre os dois grupos, nos resultados de biópsia e dosagem de anticorpos. Os pacientes celíacos preferiram aveia na dieta sem glúten e o estudo foi a primeira evidência de que ingerir aveia, por longos períodos, é seguro para os celíacos. Em outro estudo sobre a tolerância a grandes quantidades de aveia, 15 celíacos ingeriram, por dois anos, uma média de 93g/dia e, também ficou demonstrado que não sofreram nenhum efeito adverso (STORSRUD, 2003).

A proporção com que cada classe de proteínas participa na composição dos cereais é diferente para cada espécie (JANATUINEN, 2002) e a relação taxonômica pode refletir na toxicidade. Um dos motivos que explica que alguns pacientes toleram a aveia é o seu baixo conteúdo de prolaminas que corresponde somente a 10-15% da proteína total do grão (BARBIERI, 1996), enquanto, o trigo, o centeio e a cevada, apresentam quantidades bem superiores de prolaminas, respectivamente, 40-50%, 30-50% e 35-45% da proteína total (THOMPSON, 1997). O trigo, centeio e cevada pertencem à família *Gramineae*, subfamília *Festucóide* e fazem parte da mesma tribo *Triticeae*. A aveia é um membro da mesma subfamília, porém pertence à tribo *Aveneae* (THOMPSON, 1997). Além disso, de acordo com JANATUINEN (2002), existem diferenças nas seqüências de aminoácidos das aveninas e gliadinas o que pode explicar essa tolerância pela aveia.

Segundo STORSRUD (2003) a aveia pura é considerada segura, mas, existem muitas possibilidades de contaminação por trigo, centeio e cevada durante a colheita, o transporte, a moagem e o empacotamento (THOMPSON, 1997; STORSRUD, 2003), pois o mesmo equipamento pode ser usado para processar diversos grãos (THOMPSON, 2003). VIEIRA (2001) avaliou amostras de grãos de aveia e de farinhas de aveia processadas na mesma linha de processamento de cevada. Independente do genótipo, não foi detectado glúten nas amostras puras de aveia, mas foi detectado glúten nas amostras de farinha de aveia que possivelmente foram contaminadas durante o processamento.

A permissão de aveia em dietas sem glúten pode aumentar a conformidade à dieta por fornecer aos celíacos mais alternativas e por melhorar a qualidade de vida destes pacientes, pois o alto conteúdo de fibras na aveia não evita somente a constipação, mas é também efetivo na redução dos níveis séricos de colesterol (STORSRUD *et al.*, 2003).

A utilização do trigo sarraceno, em dieta sem glúten, foi estudada por MUKAI *et al.* (1979) que demonstraram, através de um estudo clínico/laboratorial com 18 crianças, ser o mesmo isento de atividade celiacogênica. Segundo os autores, o trigo sarraceno é uma dicotiledônea da família das Poligonáceas, gênero *Fagopyrum* e, portanto não tem relação com o verdadeiro trigo. Pode ser usado no preparo de macarrão (SILVA, 1996), bolo, pudim, massa de pizza, torta, esfiha e quibe (EGASHIRA *et al.*, 1986).

Molhos, sopas em pacotes e em latas (SILVA, 1996; SEMRAD, 2000), sorvetes, embutidos, refeições liofilizadas entre outros produtos, podem conter farinha de trigo como espessante e, nem sempre isso é declarado nos rótulos (SEMRAD, 2000).

Avaliando alimentos supostamente livres de glúten, SDEPANIAN *et al.* (2001a) analisaram a presença de glúten em 108 amostras de alimentos preparadas por portadores de doença celíaca e/ou seus familiares e em 92 amostras de produtos industrializados. Dos 92 produtos industrializados, 63 eram produtos naturalmente isentos (chocolate, refrigerantes, farinha de mandioca, de milho e de trigo sarraceno, molhos, pão de queijo, salsichas, entre outros), 27 continham glúten ou derivados de acordo com seus ingredientes (cervejas, produtos com extrato de malte e com amido de trigo) e 2 tinham como ingrediente farinha não especificada. Foi detectada a presença de glúten em 1 amostra de bolo de fubá preparado em casa, em 2 amostras de farinha de trigo sarraceno, em 1 amostra de farinha de mandioca temperada, em 1 amostra de amido de trigo, em 6 produtos contendo extrato de malte e em 2 amostras de cerveja, resultado que permitiu concluir que os alimentos sem glúten foram preparados adequadamente pelos portadores de DC e/ou seus familiares, e que a maioria dos produtos industrializados não continha glúten ou se encontrava dentro dos limites permitidos pela FAO/WHO (*Food and Agriculture Organization/ World Health Organization*) para produtos denominados sem glúten. A Comissão do *Codex Alimentarius* (CAC) da FAO/WHO denominou sem glúten todo alimento com conteúdo inferior a 200ppm de glúten, ou seja, 10mg de gliadina/100g de produto (SDEPANIAN *et al.*, 2001a; MOTHE e STERN, 2003).

No entanto, PICCOLOTO (2002) avaliou, quanto à presença de glúten, 177 produtos industrializados disponíveis no mercado brasileiro (produtos de panificação - farinhas, cereais, biscoitos e salgadinhos tipo *snacks* de farinhas não tóxicas; bebidas – cervejas e achocolatados; condimentos – molhos e temperos; embutidos – salsichas e lingüiças; desidratados – sopas). Os resultados das análises mostraram que o glúten estava presente em 84% dos produtos, sendo que estes produtos não apresentavam o glúten em sua composição declarada no rótulo.

Uma grande atenção deve ser dada para o desenvolvimento de novos processos e novas tecnologias que levem a obtenção de produtos hipoalergênicos, seja substituindo produtos, seja através de tratamentos em processos que destroem ou removem os alergênicos ou, até mesmo, através do uso de novos organismos geneticamente modificados avaliados e selecionados por serem livres de alergenicidade (WAL, 1998). Pesquisadores já buscam através de manipulação genética, obter cereais cuja capacidade de causar dano à mucosa de pacientes sensíveis seja eliminada, sem interferir em suas propriedades de panificação (EGASHIRA *et al.*, 1986). Do ponto de vista terapêutico, é fundamental que se identifique a seqüência tóxica, para depois serem desenvolvidas a vacina ou a variedade do grão não tóxico (FORNAROLI *et al.*, 2003). Pode ser necessário modificar um grande número de diferentes genes para criar uma variedade de trigo não tóxica (MOWAT, 2003), além de serem necessários muitos ensaios para testar a alergenicidade destes alimentos geneticamente modificados (FUCHS e ASTWOOD, 1996). Segundo BENAHMED *et al.* (2003), a produção de trigo livre de toxicidade é remota e, talvez inacessível, mas JENNINGS e HOWDLE (2003) mostram que vários estudos buscam a identificação das frações tóxicas. A definição de um fragmento peptídico específico tem sido o centro das discussões quando se fala em DC (BRUZZONE e ASP, 1999). Recentemente, VADER *et al.* (2003) identificaram seqüências homólogas entre as hordeínas, secalinas e aveninas e mostraram que uma simples substituição de nucleotídios no gene do glúten é suficiente para induzir a atividade da DC.

## GLÚTEN EM MEDICAMENTOS

Gliadinas podem estar presentes em produtos farmacêuticos que utilizam o amido de trigo industrial (AURICHIO e TRONCONE, 1991; MILETIC *et al.*, 1994). Os fabricantes de medicamentos comumente usam o amido como um excipiente na preparação de formas sólidas, como comprimidos e cápsulas. CHALLEN e O'SHANNASSY (1987) solicitaram a 68 fabricantes de medicamentos na Austrália, que informassem sobre o conteúdo de glúten em seus produtos. Dessas empresas, 57 responderam e os autores listaram as 43 empresas que possuem e as 25 que não possuem medicamentos seguros para os celíacos. MILETIC *et al.* (1994) avaliaram produtos farmacêuticos comercializados nos Estados Unidos. Quarenta e dois (71,2%) dos cinquenta e nove produtos testados apresentaram gliadina. No caso do Tylenol, por exemplo, foram encontradas 1,84mg de gliadina/comprimido e, como este medicamento é usado para dores de cabeça e a dosagem segundo os autores,

pode chegar a 2 comprimidos quatro vezes ao dia, o cálculo indica que níveis tóxicos de gliadina podem ser alcançados só com a utilização do medicamento, excluídos os efeitos da dieta. Quarenta e sete medicamentos comercializados na Iugoslávia foram analisados por STANKOVIC e OFENBEHER-MILETIC (1996). Em quinze deles (31,91%) foi detectada a presença de glúten. SDEPANIAN *et al.* (2001b) analisaram 78 medicamentos entre eles, analgésicos, antiácidos, antibióticos, entre outros, sorteados de uma lista de 180 produtos comumente comercializados no Brasil. Em apenas uma amostra (1,3%) foi detectada a presença de gliadina.

## ROTULAGEM NO BRASIL

Cientistas, governos, indústrias e instituições internacionais devem buscar formas de manter a dieta dos pacientes com doença celíaca livre de glúten (MARTIN *et al.*, 2000). Os produtores de alimentos devem fazer um rigoroso controle do processamento através do cuidado com a contaminação cruzada, na escolha da matéria-prima e na limpeza dos equipamentos. O governo deve estabelecer leis para assegurar a saúde da população celíaca e os pesquisadores devem padronizar e validar metodologias para a detecção de glúten.

A advertência da presença ou ausência de glúten em produtos comercializados irá impedir que ocorram transgressões involuntárias na dieta. Os rótulos são a chave para os celíacos evitarem o glúten (TAYLOR, 1985) e, segundo SEMRAD (2000), uma causa importante da má resposta à dietoterapia é a ingestão de glúten através do consumo de alimentos supostamente livres de glúten.

No Brasil, foi promulgada, em 1992, a Lei Federal número 8.543 (BRASIL, 1992), a primeira que beneficiou os celíacos. O artigo 1º estabeleceu que todos os alimentos industrializados que contém glúten, como trigo, aveia, cevada, malte e centeio e/ou seus derivados, deveriam apresentar, obrigatoriamente, a advertência “contém glúten” nos seus rótulos e embalagens. No entanto, os alimentos que não contém glúten não precisavam, segundo a lei, fazer constar na embalagem os dizeres “não contém glúten” e, estes são os alimentos que podem ser consumidos pelos celíacos.

A Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), considerando a necessidade de padronização da advertência a ser declarada em rótulos de alimentos que contenham glúten, adotou a Resolução RDC nº 40, de 8 de fevereiro de 2002 que se aplica à Rotulagem de Alimentos e Bebidas. “Todos os alimentos e bebidas embalados que contenham glúten, como trigo, aveia, cevada, malte e centeio e/ou seus derivados, devem conter, no rótulo, obrigatoriamente, a advertência: Contém Glúten. Excluem-se deste regulamento bebidas alcoólicas” (BRASIL, 2002). Porém, tradicionalmente a cevada é utilizada na fabricação da cerveja, do uísque e do gim e o centeio, na fabricação da vodka.

Em 16 de maio de 2003 foi decretada a Lei Federal número 10.674 (BRASIL, 2003), que obriga que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e controle da doença celíaca. Conforme o artigo 1º, todos os alimentos industrializados, deverão conter em seu rótulo e bula, obrigatoriamente, as inscrições “contém Glúten” ou “não contém Glúten”. Nenhuma referência foi feita em relação às bebidas alcoólicas e, nem em relação à quantidade máxima de gliadina permitida.

Muitos alimentos sem glúten são produzidos industrialmente e, rigorosos métodos de detecção de glúten têm sido desenvolvidos para garantir a saúde da população celíaca. Segundo o FDA (*Food and Drug Administration*), as indústrias devem adotar as Boas Práticas de Manipulação (BPM) e o programa Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) para garantir a qualidade de seus produtos (GIESE, 2003).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A doença celíaca não é rara e os rótulos dos alimentos são a chave para uma dieta segura. No Brasil, a produção de alimentos livres de glúten, especialmente para população celíaca, é pequena, limitando-se a padarias, supermercados e produções caseiras. Assim, programas de divulgação e orientação à população celíaca são imprescindíveis para o tratamento da doença. Pesquisadores buscam a identificação das frações tóxicas, para que, posteriormente, a engenharia genética possa desenvolver variedades de trigo livres de glúten, com propriedades tecnológicas de panificação. A toxicidade das prolaminas da aveia é uma questão que apresenta muitas controvérsias e, ainda não existe nenhum consenso sobre o uso da aveia em dietas livres de glúten. As indústrias de alimentos devem implementar sistemas de qualidade para que seja evitada a contaminação de produtos naturalmente isentos de glúten.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS/REFERENCES

- ACELBRA (Associação dos Celíacos do Brasil). Disponível em: <<http://www.ancelbra.org.br/2004/doencaceliaca.php>> Acesso em 24/03/2004.
- AURICHIO, S.; TRONCONE, R. Effects of small amounts of gluten in the diet of coeliac patients. *Panminerva Med.* v. 3, p. 83-5, 1991.
- BACKER, Jr.R.D.; ROSENTHAL, P.; SHERMAN, P.M.; BULLER, H. Gluten effects, analysis and limits in celiac disease. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* v. 31, n. 5, p. 468, 2000.
- BARBIERI, D. Doença Celíaca. In: BARBIERI, D.; KODA, Y. L. *Doenças gastroenterológicas em Pediatria*. São Paulo, Editora Atheneu. p.176-188. 1996.
- BENAHMED M.; MENTION J.; MATYSIAK-BUDNIK T.; CERF-BENSUSSAN N. Celiac disease: a future without gluten-free diet? *Gastroenterology.* v.125, n. 4, p. 1264-1267, 2003.
- BERGE-HENEGOUWEN, G.P.; MULDER, C.J.J. Pioneer in the gluten free diet: Willem-Karel Dicke 1905-1962, over 50 years of gluten free diet. *Gut.* v. 34, p. 1473-5, 1993.

BRASIL. Lei Federal nº 8.543 de 23 de dezembro de 1992. Determina a impressão de advertência em rótulos e embalagens de alimentos industrializados que contenham glúten, a fim de evitar a doença celíaca. Publicada no Diário Oficial da União DOU de 24 de dezembro de 1992.

BRASIL. Lei Federal nº 10.674 de 16 de maio de 2003. Obriga que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e controle da doença celíaca. Publicada no Diário Oficial da União DOU de 19 de maio de 2003.

BRASIL. Resolução RDC nº 40, de 8 de fevereiro de 2002, que se aplica à Rotulagem de Alimentos e Bebidas. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Publicada no Diário Oficial da União DOU de 13 de fevereiro de 2002.

BRUZZONE, C.M.; ASP, E.H. The cereal science and disease ethiology of gluten-sensitive enteropathy. *Cereal Foods World*. v.44, n.2, p.109-114, 1999.

CHALLEN, R.G.; O'SHANNASSY, R.M. Gluten content of Australian pharmaceutical products. *Med. J. Aust.* v. 146, n. 19, p. 91-93, 1987.

CHARTRAND, L.J.; RUSSO, P.A. DUHAIME, A.G.; SEIDMAN, E.G. Wheat starch intolerance in patients with celiac disease. *J. Am. Diet. Assoc.* v. 97, n. 6, p. 612-18, 1997.

CICLITIRA, P.J.; ELLIS, H.J. Determination of gluten content of foods. *Panminerva Med.* v. 33, p. 75-82, 1991.

COSTA, C.D. Condições associadas à doença celíaca. *J. Bras. de Med.* v. 85, p. 41-43, 2003.

CRONIN, C.C. Exploring the iceberg – the spectrum of celiac disease. *Am. J. Gastroenterol.* v. 98, n. 3, p.518-19, 2003.

EGASHIRA, E.M.; ALMEIDA, O.F.; BARBIERI, D.; KODA, Y.K.L. O celíaco e a dieta: problemas de adaptação e alimentos alternativos. *Pediatria.* v. 8, p. 41-4, 1986.

ELLIS, H.J.; PARNELL, N.D.J.; CICLITIRA, P.J. Cornflakes and celiac disease. *Gut*. v. 42, p. 35, 1998.

FENNEMA, O.R. Química de los alimentos. Editora Acribia, S. A. Zaragoza (España), 1996. p. 966-7, 781-7.

FORNAROLI, F.; DRAGO, S.; DI PIERRO, M.R.; CATASSI, C.; FASANO, A. La celiachia: un mondo in esplorazione. *Minerva Pediatr.* v.55, n.1, p. 23-31, 2003.

FUCHS, R.L. e ASTWOOD, J.D. Allergenicity assessment of foods derived from genetically modified plants. *Food Technol.* v. 104, p. 83-88, 1996.

GALDOLFI, L.; PRATESI, R.; CORDOBA, J.C.M.; TAUIL, P.L.; GASPARIN, M.; CATASSI, C. Prevalence of celiac disease among blood donors in Brazil. *Am. J. Gastroenterol.* v. 95, n. 3, p. 689-92, 2000.

GIESE, J. Food Allergen Testing. *Food Technol.* v.57, n. 7, p. 98-100, 2003

GLUTEN SENSITIVITY. Disponível em: < <http://www.wegmans.com/kitchen/diet/gluten/gluten.asp> > Acesso em 24/03/2004.

GRECO, L.; PERCOPO, S. The coeliac disease task force “Free from gluten” “Improved knowledge to cure celiac disease”. *Acta. Paediatr. Suppl.* v. 412, p. 25-8, 1996.

HOLMES, G.K.T.; PRIOR, P.; LANE, M.R.; POPE, D.; ALLAN, R.N. Malignancy in celiac disease – effect of a gluten free diet. *Gut*. v. 30, p. 333-338, 1989.

JANATUINEN, E.K.; KEMPPAINEN, T.A.; JULKUNEN, R.J.K.; KOSMA, V-M; MAKI, M.; HEIKKINEN, M.; UUSITUPA, M.I.J. No harm from five years ingestion of oats in coeliac disease. *Gut*. v. 50, p. 332-35, 2002.

JANATUINEN, E.K.; KEMPPAINEN, T.A.; PIKKARAINEN P.H.; HOLM K. I. T., KOSMA V.M.; UUSITUPA, M.I.; MAKI, M.; JULKUNEN, R.J. Lack of cellular and humoral immunological responses to oats in adults with coeliac disease. *Gut*. v. 46, p. 327-331, 2000.

- JENNINGS, J.S.R.; HOWDLE, P.D. New developments in celiac disease. *Curr. Opin. Gastroenterol.* v.19, p. 118-129, 2003
- KIMBER, I.; DEARMAN, R. Food allergy: what are the issues? *Toxicol. Lett.* v.120, p. 165-170, 2001.
- KOTZE, L.M.S. Doença celíaca: passado, presente e futuro. In: FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE GASTROENTEROLOGIA. A gastroenterologia no Brasil. Subsídios para a sua história até o ano 2000. Rio de Janeiro, Editora Revinter, 2001. p. 241-58.
- KUMAR, P.J.; SMITH, J.W.; MILLA, P.; HARRIS, G.; COLYER, J.; HALLIDAY, R. The teenage celiac: follow up study of 102 patients. *Arch. Dis. Child.* v. 63, p. 916-20, 1988.
- LESSOF, M.H. Alergia e intolerância a los alimentos. Editora Acribia, Zaragoza, Espanha. 1996. p. 71-75.
- MARTINS, S.; BACKER, R.D.Jr.; ROSENTHAL, P.M.D.; SHERMAN, P.M.; BULLER, H. Gluten effects, analysis and limits in Celiac disease. *J. Pediatr. Gastroenterol Nutr.* v.31, 468p. 2000.
- MAYER, M.; GRECO, L.; TRONCONE, R.; AURICHIO, S.; MARSH, M.N. Compliance of adolescents with celiac disease with a gluten free diet. *Gut.*, v. 32, p. 881-85, 1991.
- MILETIC, I.D.; MILETIC, V.D.; SATTELY-MILLER, E.A.; SCHIFFMAN, S.S. Identification of gliadin presence in pharmaceutical products. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* v. 19, p. 27-33, 1994.
- MORAIS, M.B.; SDEPANIAN, V.L.; FAGUNDES NETO, U. Doença Celíaca. *Nutrição.* nov./ dez., v. 9, n. 51, p. 30-34, 2001.
- MOTHES, T.; STERN, M. How gluten-free is gluten-free, and what does this mean to coeliac patients? *Eur. J. Gastroenterol. Hepatol.* v. 15, n. 5, p. 461-63, 2003.
- MOWAT, A.M. Coeliac disease-a meeting point for genetics, immunology, and protein chemistry. *Lancet.* v. 361, p. 1290-92, 2003.
- MUKAI, S.; BARBIERI, D.; QUARENTEI, G.; MACHADO, M.E.O.; SOUSA, S.B. Utilização do sarraceno em dietas sem glúten. *Pediatria.* v. 1, p. 51-5, 1979.
- PICARELLI A.; TOLA, M.D.; SABBATELLA, L.; GABRIELLI, F.; CELLO, T.D.; ANANIA, M.C.; MASTRACCHIO, A.; SILANO, M.; VINCENZI, M.D. Immunologic evidence of no harmful effect of oats in celiac disease. *Am. J. Clin. Nutr.* v. 74, p. 137-40, 2001.
- PICCOLOTO, F.M.B. Determinação do teor de glúten por ensaio imunoenzimático em alimentos industrializados. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), 85p. Campinas. 2002.
- SCHEPERS, A. Cuidado nutricional na alergia alimentar e Intolerância Alimentar. In: KRAUSE M. V.; MAHAN, L. K. e ESCOTT-STUMP S. Alimentos, nutrição e dietoterapia. 9.ed., São Paulo: Roca, 1998, 1179 p.
- SDEPADIAN, V.L.; MORAIS, M.B.; FACUNDES NETO, U. Doença celíaca: a evolução dos conhecimentos desde sua centenária descrição original até os dias atuais. *The Elect. J. Ped. Nut. Liv. Dis.* v. 2, n.1, March 1998.
- SDEPANIAN, V.R.; SCALETISKY, I.C.A.; MORAIS M.B.; FACUNDES NETO, U. Pesquisa de gliadina em medicamentos – informação relevante para a orientação de pacientes com doença celíaca. *Arg. Gastroenterol.* v. 38, n. 3, p.176-82, 2001b.
- SDEPADIAN, V.L.; SCALETISKY, I.C.A.; FACUNDES NETO, U.; MORAIS, M.B. Assessment of gliadin in supposedly gluten-free foods prepared and purchased by celiac patients, *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* v. 32, p. 65-70, 2001a.
- SEMRAD, C.E. Doença celíaca e hipersensibilidade ao glúten. *Gastro News* da Sociedade Brasileira de Informações de Enfermidades Médicas (São Paulo), v. 19, p. 3-13, 2000.
- SGARBIERI, V.C. Proteínas em alimentos protéicos. Editora Varela. São Paulo. 1996. p. 184-193.

- SILVA, M.E.M.P. Tratamento dietético da doença celíaca. In: BARBIERI D.; KODA, Y. K. L. Doenças gastrointestinais em pediatria. São Paulo, Editora Atheneu, 1996. p. 189-93.
- STANKOVIC, I.; OFENBEHER-MILETIC, I. Identification of the presence of gliadin in drugs using the dot-blot assay. *J. Pharm. Biomed. Anal.* v. 14, p. 1339-42, 1996.
- STORSRUD, S.; OLSSON, M.; LENNER, R.A.; NILSSON, LA.; NILSSON, O.; KILANDER, A. Adult coeliac patients do tolerate large amounts of oats. *Eur. J. Clin. Nutr.* v. 57, p. 163-69, 2003.
- TAYLOR, S.L. Emerging problems with food allergens. *Food Nutr. Agri.* v. 26, p. 14-21, 2000.
- TAYLOR, S.L. Food Allergies. *Food Technol.* v. 39, p. 98-105, 1985.
- THOMPSON, T. Case problem: questions regarding the acceptability of buckwheat, amaranth, quinoa, and oats from a patient with celiac disease. *J. Am. Diet. Assoc.* v.101, n.5, p.586-87, 2001a.
- THOMPSON, T. Do oats belong in a gluten-free diet? *J. Am. Diet. Assoc.* v. 97, p. 1413-1416, 1997.
- THOMPSON, T. Oats and the gluten-free diet. *J. Am. Diet. Assoc.* v. 103, n.5, p.376-79, 2003.
- THOMPSON, T. Questionable foods and the gluten-free diet: Survey of current recommendations. *J. Am. Diet. Assoc.* v.100, n.4, p.463-65, 2000.
- THOMPSON, T. Wheat starch, gliadin, and the gluten-free diet. *J. Am. Diet. Assoc.*, v.101, n.15, p.1456-59, 2001b.
- TRONCONE, R.; GRECO, L.; MAYER, M.; AURICHIO, S.; Gluten-sensitivity Enteropathy. *Pediatr. Clin. North Am.* v.43, n.2, p.355-373, 1996a *apud* SDEPADIAN, V.L.; MORAIS, M.B.; FACUNDES-NETO, U. Doença celíaca: a evolução dos conhecimentos desde sua centenária descrição original até os dias atuais. *Arq. Gastroenterol.* v. 36, n. 5, 244-57, 1999.
- TRONCONE, R.; GRECO, L.; MAYER, M.; PAPARO, F.; CAPUTO, N.; MICILLO, M.; MUGIONE, P.; AURICHIO, S. Latent and potential coeliac disease. *Acta. Paediatr. Suppl.* v. 412, p. 10-14, 1996b.
- VADER, L.W.; STEPNIAK, D.T.; BUNNIK, E.M.; KOOY, Y.M.C.; HAAN, W.D.; DRIJFHOUT, J.W.; VEELEN, P.A.V.; KONING, F. Characterization of cereal toxicity for celiac patients based on protein homology in grains. *Gastroenterology.* v.125, p. 1105-1113, 2003.
- VALDÉS, I.; GARCIA, E.; LIORENTE, M.; MÉNDES, Z. Innovative approach to low-level gluten determination in foods using a novel sandwich enzyme-linked immunosorbent assay protocol. *Eur. J. Gastroenterol Hepatol.* v.15, n.5, p.465-474, 2003
- VIEIRA, E.M. Determinação de glúten em cultivares brasileiros de aveia e produtos derivados. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 2001. 49 p.
- WAL, J.M. Strategies for assessment and identification of allergenicity in (novel) foods. *Int. Dairy Journal*, v. 8, p. 413-23,1998.
- WIESER, H. Relation between gliadin structure and coeliac toxicity. *Acta. Paediatr. Suppl.* v. 412, p. 3-9, 1996.

Recebido para publicação em 26/04/04.

Aprovado em 22/10/04.

# Desnutrição e níveis de aminas biogênicas no sistema nervoso central

## *Malnutrition and levels of biogenic amines in the central nervous system*

### ABSTRACT

SILVA, M.S.P.; DE OLIVEIRA, L.M. Malnutrition and levels of biogenic amines in the central nervous system. *Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.= J. Brazilian Soc. Food Nutr.*, São Paulo, SP, v. 29, p. 75-97, jun. 2005.

*Nutrition is a basic requirement to the structural and functional organization of the Central Nervous System (CNS) and to the development of the organism. Nutritional deficiencies during the critical period of CNS development result in morphological and neurochemical alterations in the CNS and will also lead to behavioral changes. During the last fifty years a large amount of information have been accumulated about nutritional deficiencies and changes in the CNS. It has been shown higher levels of serotonin (5-HT) in malnourished animals; however there are contradictory data in regard to the contents of noradrenaline (NA) and dopamine (DA) in the brain of early malnourished animals. Some studies show decreases or increases but there are data showing no differences between malnourished and control animals. The contradictions among authors during the decade of 1970-80 might be due to methodological differences, such as the use of different models of malnutrition, the age of onset or the offset of malnutrition, and the protein content in the diet. Differences among the reports may also be attributed to differences in the choice of brain areas and in biochemical methodologies for the analysis of neurotransmitters' content in brain tissue. The lack of recent literature data should also be emphasized. This paper will review early studies and present our recent data describing the content of biogenic amines during the development of the CNS and how these data may contribute to understand the effects of malnutrition in the levels of neurotransmitters and their possible relationships with behavioral consequences.*

**Keywords: malnutrition; brain development; critical periods; neurotransmitter content; brain areas; biogenic amines; behavior.**

**MARIA SURAMA  
PEREIRA DA SILVA<sup>1</sup>;  
LUIZ MARCELLINO  
DE OLIVEIRA<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Faculdade de Filosofia  
Ciências e Letras de  
Ribeirão Preto – USP.  
Trabalho realizado no  
Laboratório de Nutrição,  
Desenvolvimento e  
Comportamento –  
Departamento de  
Psicologia e Educação –  
FFCLRP – USP.

**Endereço para  
correspondência:**

L. M. de Oliveira,  
Laboratório de Nutrição,  
Desenvolvimento e  
Comportamento,  
Faculdade de Filosofia  
Ciências e Letras de  
Ribeirão Preto,  
Universidade de São Paulo,  
Av. dos Bandeirantes, 3900  
CEP 14 040-901  
Ribeirão Preto, SP  
e-mail:

lmaroliv@ffclrp.usp.br

**Agradecimentos:**  
Ao Conselho Nacional de  
Desenvolvimento Científico  
e Tecnológico (CNPq) pelo  
apoio financeiro.

## RESUMEN

*Una nutrición adecuada es fundamental para la formación del Sistema Nervioso Central (SNC), su funcional y para el desarrollo del organismo. Deficiencias nutricionales durante el periodo crítico del desenvolvimiento del SNC provocan alteraciones morfológicas y neuroquímicas, así como alteraciones conductuales. En los últimos 50 años un gran volumen de información se ha acumulado sobre las consecuencias de las deficiencias nutricionales y las alteraciones neuroquímicas que provocan en el SNC. Entre las aminas biogénicas ha sido demostrado niveles mas elevados de serotonina (5-HT) en diversas áreas del SNC de animales desnutridos, entretanto los estudios que evaluaron los efectos de la desnutrición precoz sobre los niveles de noradrenalina (NA) e dopamina (DA) mostraron resultados contradictorios. Algunos estudios encontraron aumentos o reducciones, pero otros no encontraron diferencias entre los desnutridos y controles. No existen datos recientes y las diferencias entre los autores en las décadas de 1970-80 pueden ser explicadas por variaciones metodológicas entre los estudios o el modelo de desnutrición, la edad de inicio y final del déficit nutricional o el nivel de proteína en la dieta. También debe ser señalado que las áreas del cerebro seleccionadas y las diferencias en la metodología bioquímica utilizada para la cuantificación de neurotransmisores en los tejidos cerebrales, pueden ser una fuente de variación entre los autores. El objetivo de este trabajo fue analizar los estudios anteriores y los datos recientes de este laboratorio que describen la concentración de aminas biogénicas durante en el desarrollo del SNC y como estos datos pueden colaborar para entender los efectos de la desnutrición sobre los niveles de neurotransmisores y sus posibles consecuencias para el comportamiento.*

**Palabras clave: desnutrición; desarrollo del cerebro; periodos críticos; niveles de Neurotransmisores; áreas cerebrales; aminas biogénicas; comportamiento.**

## RESUMO

*Uma nutrição adequada é essencial para a formação do Sistema Nervoso Central (SNC), sua organização funcional e para o desenvolvimento do organismo. A ocorrência de deficiência nutricional durante o período crítico de formação do SNC resulta em alterações morfológicas, neuroquímicas e comportamentais. Um grande número de informações tem se acumulado nos últimos cinquenta anos sobre as conseqüências da desnutrição para as alterações neuroquímicas no SNC. Tem sido descrito que os níveis de serotonina (5-HT) estão elevados em diversas áreas do SNC após a desnutrição, mas os dados são contraditórios em relação à concentração de noradrenalina (NA) e dopamina (DA) no SNC de animais desnutridos. Alguns autores encontraram aumentos ou diminuições, porém outros não mostraram diferenças entre desnutridos e controles. As contradições entre os autores nas décadas de 70 e 80 podem ser atribuídas a diferenças metodológicas quanto ao modelo de desnutrição utilizado, idade de início e término do insulto nutricional, ou ao teor de proteína na dieta. Também as diferenças na metodologia bioquímica usada e a escolha das áreas cerebrais para a quantificação das aminas biogênicas nos tecidos cerebrais, podem ser apontadas como fonte de variabilidade entre os autores. Não há dados recentes sobre a concentração de aminas biogênicas no SNC. Este trabalho tem como objetivo analisar estudos anteriores e apresentar dados recentes deste laboratório que descrevem as concentrações de aminas biogênicas durante o período de formação do SNC e, como estes dados podem colaborar para entender os efeitos da desnutrição sobre os níveis de neurotransmisores e suas conseqüências para o comportamento.*

**Palavras-chave: desnutrição; desenvolvimento do cérebro; períodos críticos; níveis de neurotransmisores; áreas cerebrais; aminas biogênicas; comportamento.**

## INTRODUÇÃO

A desnutrição é um dos problemas sociais mais graves da atualidade. Em sua etiologia estão envolvidos diversos fatores como a ingestão inadequada ou insuficiente de nutrientes, condições socioeconômicas, nível de escolaridade, fatores culturais como crenças e tabus em relação a certos alimentos (BROZEK, 1978).

Uma nutrição adequada no início da vida é essencial para a formação do Sistema Nervoso Central (SNC), sua organização funcional e, para bom desenvolvimento do organismo. A fase perinatal tem sido descrita como período crítico para a formação do SNC, quando ocorre o desenvolvimento mais rápido do cérebro (DOBBING, 1968; SMART, 1991), envolvendo diversos processos de formação e maturação do tecido nervoso, tais como, proliferação celular, aumento no tamanho das células, migração de neurônios, aumento da ramificação de dendritos, formação das membranas neurais, mielinização e sinaptogênese (MORGANE, *et al.*, 2002).

SMART (1979) mostrou que os períodos de hiperplasia e hipertrofia das diversas subáreas do SNC variam de espécie para espécie, o que pode resultar em diferentes consequências da deficiência nutricional, dependendo da espécie estudada, da fase da vida em que o insulto ocorre e sua duração. No rato, o período crítico do desenvolvimento inicia-se na última semana de gestação, em que ocorre macroneurogênese, início da microneurogênese e gliogênese alcançando o pico máximo de crescimento no período pós-natal, até por volta dos 35 dias de idade. No homem, este período crítico tem início na gestação, especialmente no último trimestre e, se prolonga até o final do segundo ano de vida pós-natal (MORGANE *et al.* 1993; 2002).

A ocorrência de deficiência nutricional, neste período da vida, especialmente a redução da ingestão de proteína na dieta, resulta em alterações morfológicas e neuroquímicas no SNC (MORGANE *et al.* 1993) e, também em alterações comportamentais (STRUPP E LEVITSKY, 1995; ROCINHOLI *et al.* 1977; SANTUCCI *et al.*, 1994).

Em animais de laboratório, um grande número de informações tem se acumulado sobre as consequências das deficiências nutricionais nas alterações dos níveis de aminas biogênicas cerebrais. Tem sido caracterizada como aminas biogênicas, substâncias que incluem o grupamento catecol ou indol em suas estruturas. A serotonina (5-HT) é o principal neurotransmissor, que contém um anel aromático indol, sendo denominada indolamina. A adrenalina (A), noradrenalina (NA) e dopamina (DA) contém em suas estruturas um anel aromático catecol, por esta razão são classificadas como catecolaminas.

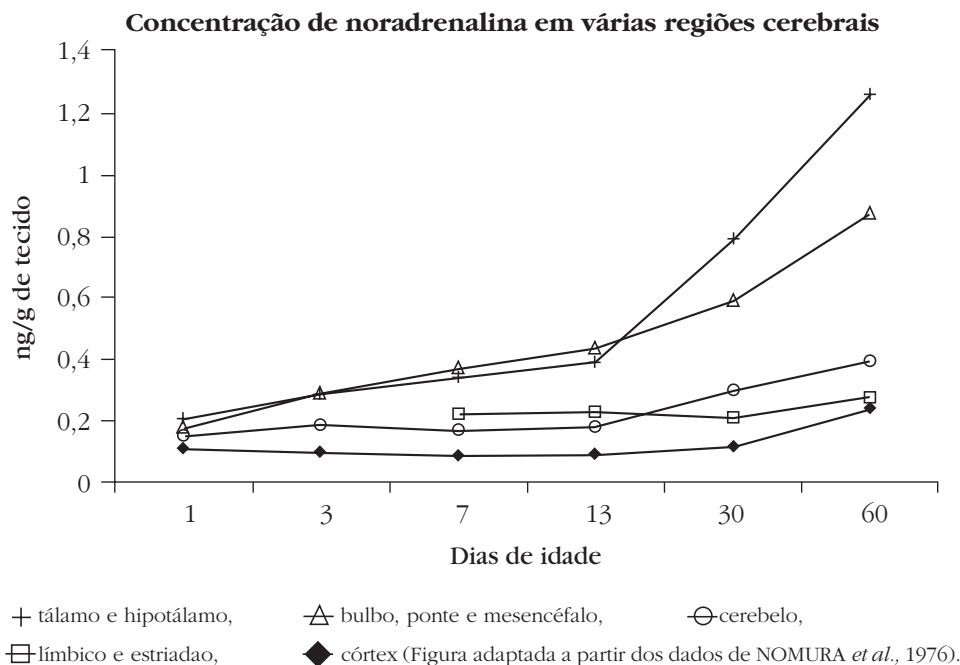
A adrenalina é sintetizada na medula adrenal, perfazendo cerca de 80% do total dos produtos desta glândula. A noradrenalina e a dopamina existem em maior quantidade no SNC, enquanto que a adrenalina atua principalmente no sistema nervoso periférico e, por esta razão não foi enfocada nesta revisão.

Esta revisão teve como objetivo analisar os estudos que descrevem a distribuição das aminas biogênicas no SNC e suas concentrações nas áreas cerebrais, durante o período de

formação do SNC. Desde que as publicações nesta área não são recentes (década de 1970 – 80) serão acrescentados dados deste laboratório sobre as concentrações de 5-HT, NA e DA em várias áreas cerebrais. Inicialmente serão analisadas as aminas biogênicas, e, posteriormente, no final serão apresentados alguns dados recentes sobre as suas concentrações no SNC, com o objetivo de ajudar a entender os efeitos da desnutrição sobre as concentrações das aminas no SNC e suas possíveis conseqüências para o comportamento.

## NORADRENALINA

A noradrenalina (NA) é detectada em grande parte das estruturas cerebrais em todos os estágios do desenvolvimento, porém está distribuída de maneira desigual nas várias regiões do cérebro. São encontradas altas concentrações de NA no hipotálamo e baixas concentrações no córtex, tanto em animais como em humanos (GLOWINSKI e IVERSEN, 1966). Em ratos o conteúdo de noradrenalina aumenta mais rapidamente a partir da terceira semana após o nascimento, como mostra a Figura 1, entretanto estes aumentos variam nas diferentes regiões do cérebro, conforme os períodos de desenvolvimento de cada região (AGRAWA *et al.*, 1966; NOMURA *et al.*, 1976; HISATOMI e NHYAMA, 1980).



**Figura 1** Concentração de noradrenalina (NA) em várias regiões cerebrais durante o período de desenvolvimento pós-natal de ratos. Os pontos representam as médias da concentração de noradrenalina e as barras os desvios padrão, obtidos em 3 – 12 determinações

A concentração de NA é mais baixa no cérebro de ratos jovens quando comparados com o animal adulto. Aos três dias de idade os valores representam cerca de 20 a 40% do observado no animal adulto e, em algumas regiões, o nível de NA do animal adulto é atingido mais cedo do que em outras. Enquanto no bulbo e na ponte, entre 22 e 44 dias de idade, os níveis de NA se aproximam do animal adulto, no mesencéfalo os valores do adulto são alcançados a partir dos 36 dias de idade. Em outras estruturas como tálamo, hipotálamo, septo, núcleo caudado e no córtex os níveis de noradrenalina alcançam em torno de 70% do valor encontrado no adulto por volta dos 45 dias de idade (LOIZOU, 1972; PORCHER e HELLER, 1972; NOMURA *et al.*, 1976).

A atividade das enzimas envolvidas no metabolismo das catecolaminas também apresenta um aumento progressivo de acordo com a idade. A enzima de síntese das catecolaminas, a tirosina hidroxilase é encontrada em níveis baixos no nascimento, mas aumenta progressivamente com a idade, havendo diferenças entre as regiões do cérebro (KALYANASUNDARAM e RAMANAMURTHY, 1981). Estruturas como o bulbo, mesencéfalo e a ponte apresentam os níveis do adulto mais cedo do que outras estruturas como córtex, tálamo e hipotálamo. Por outro lado, a Monoamina-Oxidase (MAO) e a catecol-*o*-metiltransferase (COMT), envolvidas na inativação das catecolaminas, parecem não apresentar acentuadas diferenças de uma área do SNC para outra (PORCHER e HELLER, 1972).

Nos animais desnutridos com restrição de proteína, durante o período de rápido desenvolvimento do cérebro, foi observado um aumento da atividade da tirosina hidroxilase, que ainda permanece elevada, mesmo após 90 dias de reabilitação nutricional (WIGGINS *et al.*, 1984). Entretanto, outros autores mostraram que a atividade da tirosina hidroxilase foi reduzida (DETERING *et al.*, 1980a), quando a deficiência protéica foi introduzida apenas durante o período pré-natal.

A atividade da MAO parece sofrer alterações de acordo com o modelo de desnutrição. Quando foi utilizada a privação de alimento, por períodos curtos (de 8 a 16 horas), foi observada redução na atividade da MAO no cérebro (PARVEZ *et al.*, 1979). Entretanto, em animais em que o modelo de desnutrição utilizado foi a restrição da ingestão a 50% da dieta total foi observado um aumento na atividade da MAO no cérebro (WIGGINS *et al.*, 1984; PARVEZ *et al.*, 1979).

Em animais desnutridos, têm sido observado um aumento gradual da concentração total de noradrenalina no cérebro logo após o nascimento, tendo sido descritos níveis mais elevados de noradrenalina nos desnutridos, quando comparados com os controles (STERN *et al.*, 1973, CHEN *et al.*, 1995).

Entretanto, os estudos mostram resultados contraditórios, quando são analisados os efeitos da desnutrição precoce sobre as concentrações de noradrenalina em diversas regiões cerebrais. A desnutrição precoce tem efeitos diferentes sobre o conteúdo de NA no cérebro, dependendo do período de início do insulto nutricional. Em animais, quando a restrição de proteína foi iniciada desde o acasalamento, estruturas como o córtex, tálamo, hipotálamo, mesencéfalo, ponte, bulbo

e cerebelo apresentaram aumentos nos níveis de noradrenalina. (STERN *et al.*, 1974; MATHANGI e NAMASIVAYAM, 2001). A desnutrição precoce aumentou, significativamente, a liberação de noradrenalina no córtex occipital, e estas alterações permanecem mesmo após um período de reabilitação nutricional (BELMAR *et al.*, 1996; SOTO-MOYANO *et al.*, 1987; 1999).

Outros autores que iniciaram o insulto nutricional, no período da lactação, observaram reduções nas concentrações de noradrenalina, quando foi analisado o cérebro total (SHOEMAKER e WURTMAN, 1971; LEE e DUBOS, 1972; RAMANAMURTHY, 1977; MARICHICH *et al.*, 1979; DETERING *et al.*, 1980 b), ou as regiões específicas do SNC, como o corpo estriado (MATHANGI e NAMASIVAYAM, 2001) ou córtex (BROCK *et al.*, 1998). Também foram observadas diminuições nas concentrações de NA em estudos que utilizaram outros modelos de desnutrição como: grandes ninhadas (16 filhotes), restrição de 50% da dieta (SERENI *et al.*, 1966; SEIDLER *et al.*, 1990) ou amamentação cruzada (SHOEMAKER e WURTMAN, 1973). Autores que usaram dieta aprotéica, por um período de 21 dias, também mostraram reduções na concentração basal e na rapidez de síntese *turnover* da noradrenalina no hipotálamo (PONZO *et al.*, 2000).

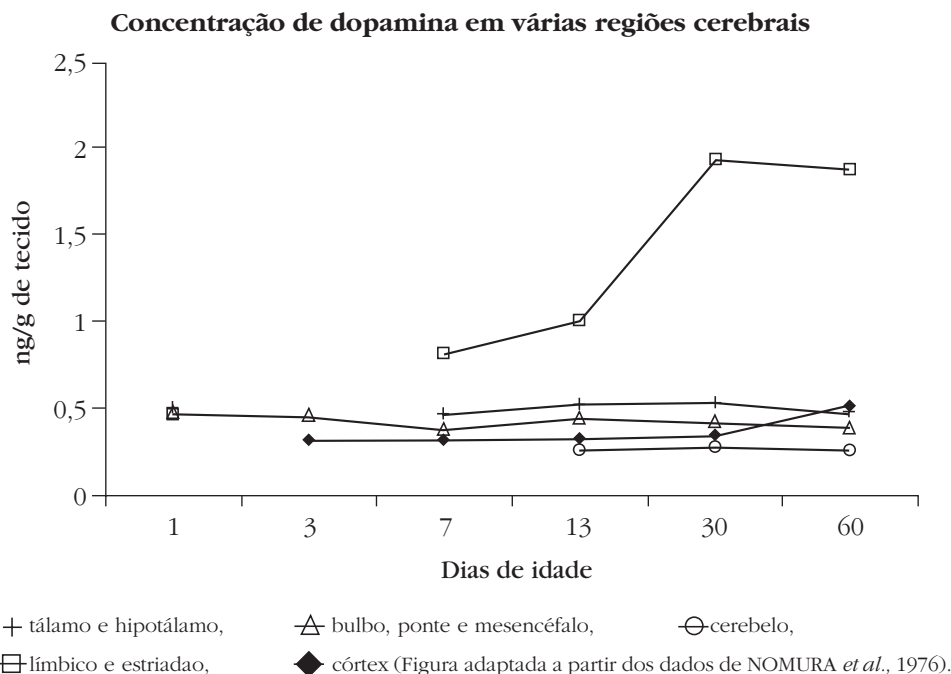
Alguns estudos não encontraram diferenças significantes entre desnutridos e controles, no nível de noradrenalina tanto quando foi analisado o cérebro total (AHMAD e RAHMAN, 1975; DICKERSON e PAO, 1975), ou áreas do SNC, como o córtex, bulbo, ponte, mesencéfalo, cerebelo (SOBOTKA *et al.*, 1974; WIGGINIS *et al.*, 1984), hipocampo (CHEN *et al.*, 1992, 1997) e eminência média (SCHLESINGER *et al.*, 1995).

O aminoácido essencial, a tirosina, é o precursor na síntese das catecolaminas. A tirosina encontrada no cérebro é proveniente da dieta ou da conversão da fenilalanina em tirosina que ocorre no fígado. Em humanos adultos, a utilização de dieta hipoprotéica e hipocalórica por um período de 30 dias resultou em uma diminuição nos níveis plasmáticos de tirosina, alanina e triptofano após 14 dias de ingestão de dietas especiais (LIEBERMAN *et al.*, 1997). Dietas ricas em proteínas ou em carboidratos resultam em aumentos no transporte e na quantidade de tirosina que penetra no cérebro (ZEISEL, 1986), evidenciando a importância dos carboidratos no aumento da disponibilidade do aminoácido precursor da síntese de NA e DA no cérebro (WURTMAN, et al.1981).

## DOPAMINA

A dopamina (DA) apresenta uma distribuição regional diferente da noradrenalina. Altas concentrações são encontradas no corpo estriado, mas os níveis de DA são baixos no córtex e cerebelo. (GLOWINSKI e IVERSEN, 1966). As concentrações de DA apresentam aumentos graduais com o aumento da idade, conforme descreve NOMURA *et al.* (1976), em várias regiões cerebrais, como pode ser visto na Figura 2.

O nível de DA em ratos com 3 dias de idade corresponde a cerca de 15% do nível encontrado no animal adulto, já aos 45 dias de idade este valor aumenta para cerca de 60 a 65% do nível de DA observado no adulto (PORCHER e HELLER, 1972). Analisando subáreas



**Figura 2** Concentração de dopamina (DA) em várias regiões cerebrais durante o período de desenvolvimento pós-natal de ratos. Os pontos representam as médias da concentração de dopamina e as barras os desvios padrão, obtidos em 3 –10 determinações

específicas LOIZOU (1972) mostrou que os níveis de dopamina em animais muito jovens (de um a sete dias de idade), não foram facilmente quantificados pela a técnica de fluorescência em regiões como mesencéfalo, bulbo e ponte, mas a partir dos 21 dias de idade a DA já foi detectada tanto em mesencéfalo, como no tálamo e hipotálamo. O método de fluorescência é menos sensível para detecção de aminas biogênicas do que o método de Cromatografia Líquida de Alto Desempenho (CLAD), que vem sendo utilizado mais recentemente.

UGRUMOV *et al.*, (1996) em estudos realizados em fetos humanos, verificaram que a recaptação *in vitro* da dopamina no mesencéfalo é detectada precocemente, na 6ª semana de gestação, ocorrendo um aumento gradual na 10ª e 12ª semanas. Já no diencéfalo, a recaptação de DA foi observada mais tarde na 8ª semana, sendo seguida de uma diminuição na 10ª semana e, subsequente aumento na 12ª semana. Em contraste, as medidas realizadas não foram sensíveis para avaliar o nível de liberação de DA em nenhuma das idades estudadas, sugerindo uma dissociação entre o início da recaptação e a liberação no curso da diferenciação neuronal em fetos humanos.

Em animais desnutridos também foram descritos aumentos nas concentrações de dopamina conforme a idade, porém aos 21 dias de idade as concentrações de DA nas diferentes áreas cerebrais são mais baixas do que as observadas nos dos animais controles da mesma idade (HISATOMI e NIYAMA, 1979; 1980).

Os estudos que analisaram as concentrações de dopamina em diversas áreas do SNC apresentam resultados contraditórios, de modo semelhante ao que foi descrito para a noradrenalina. Foram descritos aumentos nas concentrações de dopamina no cérebro total (DETERING *et al.*, 1980b) e no hipocampo (CHEN *et al.*, 1995), bem como aumentos de seus metabólitos, o ácido 3-4 dihidroxifenilacético (DOPAC) e o ácido homovanílico (HVA). Contudo, a maioria dos trabalhos indica que a desnutrição parece reduzir os níveis de dopamina e HVA no cérebro total (SHOEMAKER e WURTMAN, 1973; RAMANAMURTHY, 1977; WIGGINS *et al.*, 1984), no corpo estriado, cerebelo (MATHANGI e NAMASIVAYAM, 2001) e hipocampo (KEHOE *et al.*, 2001).

As diferenças entre os autores podem ser atribuídas aos métodos usados para produzir a desnutrição. Quando os animais foram submetidos à restrição protéica, durante o período de gestação e lactação, não foram observadas diferenças significantes nas concentrações de dopamina entre desnutridos e controles, quando foi analisado o cérebro total (AHMAD e RAHMAN, 1975), bem como quando foram analisadas algumas subáreas, como: córtex, bulbo, ponte, mesencéfalo e cerebelo (SOBOTKA *et al.*, 1974) e hipocampo (CHEN *et al.*, 1992). Mas, como mostrado acima, quando a desnutrição ocorreu apenas durante a gestação, foram observados aumentos nos níveis de dopamina no cérebro total (DETERING *et al.*, 1980b) e no hipocampo (CHEN *et al.*, 1995).

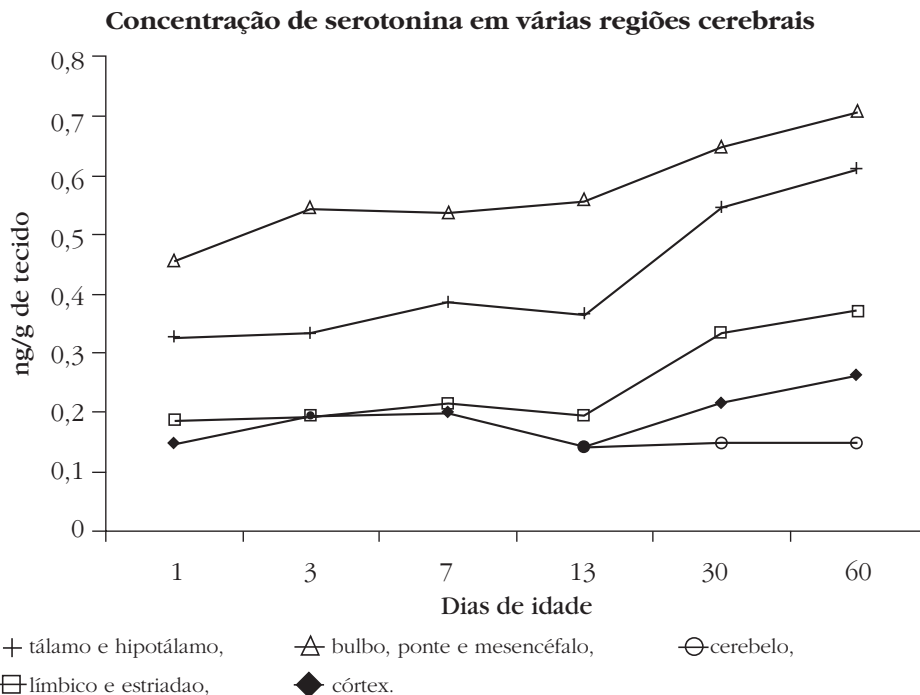
Após algumas semanas de reabilitação nutricional a dopamina retorna aos níveis normais em todo o cérebro (WIGGINS *et al.*, 1984).

## SEROTONINA

As concentrações de serotonina (5-HT) aumentam durante as fases do desenvolvimento do SNC, embora ocorram variações de acordo com a região cerebral. O aumento de serotonina, nas várias regiões cerebrais, ocorre mais precocemente do que observado nos níveis de noradrenalina e dopamina, como pode ser visto na Figura 3 (NOMURA *et al.*, 1976; HERNÁNDEZ *et al.*, 1989).

Estudos analisando diversas estruturas como bulbo, ponte e mesencéfalo de animais recém-nascidos mostraram que, os níveis de serotonina correspondem a 21% dos valores observados em animais adultos. Aos 32 dias de idade, as concentrações de 5-HT no bulbo, ponte, mesencéfalo e diencéfalo alcançam os níveis observados no adulto, ao passo que no córtex a concentração de 5-HT, nesta idade, chega a atingir apenas 68% do observado no adulto (LOIZOU, 1972).

Animais desnutridos, também, apresentam um aumento gradual da concentração de serotonina de acordo com a idade, porém foi observado que a curva de aumento dos níveis de serotonina é mais acelerada do que nos animais controles (MANJARES *et al.*, 1988; HERNÁNDEZ *et al.*, 1989). O mesmo foi observado na concentração do precursor da serotonina, o triptofano e do principal metabólito, o ácido 5-hidroxiindolacético (5-HIAA) (RESNICK e MORGANE, 1984), bem como da enzima de síntese, triptofano 5-hidroxilase



**Figura 3** Figura adaptada a partir dos dados de NOMURA *et al.*, 1976. Concentração de serotonina (5-HT) em várias regiões cerebrais durante o período de desenvolvimento pós-natal de ratos. Os pontos representam as médias da concentração de serotonina e as barras os desvios padrão, obtidos em 3 – 10 determinações

(KALYANASUNDARAM e RAMANAMURTHY, 1981) e da enzima de degradação, 5-hidroxitriptofano descarboxilase (HTPD) (HERNÁNDEZ, 1973).

O triptofano é um aminoácido essencial, ou seja, não é sintetizado pelos mamíferos, inclusive o homem, tendo a dieta como sua única fonte. O triptofano existe em quantidades muito baixas nos alimentos (em torno de 1%) e nas dietas especiais de laboratório, os níveis deste aminoácido estão relacionados com a fonte de proteína. Quando se usa caseína de boa qualidade, a quantidade de triptofano na dieta atinge 0,21% do total de nutrientes na dieta.

A albumina é uma proteína transportadora de vários aminoácidos, mas os ácidos graxos também competem nesta ligação com a albumina. O triptofano pode ser encontrado no plasma sob a forma livre ou ligado à albumina. Embora alguns autores defendam que somente o triptofano livre penetra no cérebro (KNOTT E CURZON, 1972), a maioria dos autores afirma que, de 75% a 85% do triptofano plasmático está ligado à albumina e desta forma, fica facilitada a sua entrada no cérebro (FERNSTRON e WURTMAN, 1971a; LYTLE, *et al.*, 1984). Uma dieta rica em proteína aumenta a competição entre os diversos aminoácidos e o triptofano, na ligação com a albumina. Já uma dieta rica em carboidratos altera em favor

do triptofano a competição com outros aminoácidos (tirosina, fenilalanina, lisina, leucina, isoleucina e valina), aumentando a quantidade do precursor da serotonina que se liga à albumina e penetra no cérebro. (FERNSTROM e WURTMAN, 1971b; WURTMAN *et al.*, 1981; ZEISEL, 1986).

Estudos experimentais, utilizando dietas hipoprotéicas, mostraram que a proporção de aminoácidos na dieta pode resultar na redução da albumina plasmática, dificultando assim a ligação do triptofano com a albumina e aumentando a quantidade de triptofano livre no plasma (WIGGINS *et al.*, 1984).

A maioria dos trabalhos mostra que a concentração de serotonina é aumentada no cérebro de animais desnutridos, quando se usa o modelo de restrição protéica na dieta. Levando em conta que nas dietas balanceadas, a restrição de proteína em geral é compensada com aumento de carboidrato, para manter o mesmo teor calórico, isto pode favorecer a competição do triptofano com os outros aminoácidos, favorecendo sua entrada no cérebro. Confirmando esta interpretação, com a restrição de proteína foram observados aumentos na concentração de serotonina, não só quando foi analisado o cérebro total (OKADO *et al.*, 2001; GUTIÉRREZ-OSPINA *et al.*, 2002), mas, também, quando analisadas grandes regiões como telencéfalo e tronco cerebral, como mostra a Tabela 1, (SOBOTKA *et al.*, 1974), ou subáreas mais específicas como cerebelo (STERN *et al.*, 1974), bulbo e ponte (MILLER e RESNICK, 1980), hipotálamo (STERN *et al.*, 1975; KANG *et al.*, 2001; KEHOE *et al.*, 2001), córtex e hipocampo (BECK e LUINE, 1999).

A concentração de 5-HIAA também é aumentada no mesencéfalo, tálamo, hipotálamo, ponte, bulbo e cerebelo de animais desnutridos (STERN *et al.*, 1974; MILLER e RESNICK, 1980).

**Tabela 1 Efeitos da desnutrição pós-natal na concentração (ng por grama de tecido) de catecolaminas em regiões cerebrais de ratos aos 22 dias de idade. Valores da tabela representam média  $\pm$  desvio padrão, obtidos em 7 – 8 determinações. (Adaptada a partir dos dados de SOBOTKA *et al.*, 1974)**

	Telencéfalo		% Mudança	Tronco Cerebral		% Mudança
	Controle	Desnutrido		Controle	Desnutrido	
NE	172 $\pm$ 17	187 $\pm$ 19	$\uparrow$ 9	322 $\pm$ 32	374 $\pm$ 45	$\uparrow$ 16
DA	579 $\pm$ 45	615 $\pm$ 34	$\uparrow$ 6	136 $\pm$ 19	220 $\pm$ 39	$\uparrow$ 61
5-HT	496 $\pm$ 87	517 $\pm$ 71	$\uparrow$ 4	721 $\pm$ 51	1011 $\pm$ 69*	$\uparrow$ 40
5-HIAA	262 $\pm$ 61	446 $\pm$ 80	$\uparrow$ 70	382 $\pm$ 105	772 $\pm$ 135*	$\uparrow$ 102

NE - noradrenalina, DA – Dopamina, 5-HT – Serotonina e 5-HIAA – Ácido 5-hidroindolacético.

Grupo Controle – 24% de caseína, Grupo Desnutrido - 12% de caseína.

$\uparrow$  aumento,

\* P<0.05,

\*\* P<0.005.

A maioria dos estudos introduz as dietas especiais no início da vida, durante a fase de desenvolvimento rápido do cérebro, mas alguns estudos mostraram que os níveis de serotonina, também, estão elevados em algumas regiões do cérebro de animais adultos submetidos à restrição de proteína, indicando que a mudança na concentração de 5-HT pode ocorrer em qualquer fase da vida, e está relacionada com a oferta do precursor e com a composição de aminoácidos na dieta (WIGGINS *et al.*, 1984; WURTMAN *et al.*, 1981).

Em contraste com os dados acima, alguns estudos encontraram diminuição ou nenhuma alteração na concentração de serotonina em animais desnutridos, quando são usados outros modelos para produzir a desnutrição. Em estudos que utilizaram grandes ninhadas ou restrição a 50% da oferta de dieta, foram observadas reduções nos conteúdos de serotonina no córtex, bulbo, mesencéfalo, ponte, cerebelo (SERENI *et al.*, 1966) e hipotálamo (HAIDER e HALEEM, 2000). Quando os animais foram desnutridos no período da gestação, ou lactação (DICKERSON e PAO, 1975) e até 42 dias de idade, não foram observadas diferenças significativas na concentração de serotonina (AHMAD e RAHMAN, 1975). Também usando dietas hipoprotéicas a partir dos 21 dias de idade, mantidas por um período longo de um ano, foram observadas reduções nos níveis de serotonina e do 5-HIAA no corpo estriado e cerebelo de ratos adultos (MATHANGI e NAMASIVAYAM, 2001). Esses resultados mostram que as alterações observadas no nível de serotonina de animais desnutridos sofrem variações de acordo com o modelo de desnutrição utilizado, como também com a época de início do insulto nutricional.

A ligação específica da serotonina ao receptor também é modificada pela desnutrição precoce. Foram descritos na literatura pelo menos sete famílias de receptores de serotonina (5HT<sub>1-7</sub>), formando um grande número de subtipos de receptores (HOYER e MARTIN, 1996; BARNES e SHARP, 1999; PAUWELS, 2000). Em adultos humanos, depois de recuperados da anorexia nervosa, foi mostrada uma redução significativa da ligação específica da serotonina com os receptores 5-HT<sub>2a</sub> (FRANK *et al.*, 2002, HERNÁNDEZ *et al.*, 1989). Em ratos adultos, expostos a longos períodos de restrição da quantidade de alimento foi também mostrada uma redução da densidade dos transportadores da serotonina (HUETHER *et al.*, 1997). Estes dados evidenciam que a ingestão de alimentos, resulta não apenas em modificações nas concentrações desse neurotransmissor, alterações nos processos de síntese e degradação, no transporte do precursor da síntese de serotonina no cérebro, como também na formação dos diferentes subtipos de receptores, tornando mais complicada a interpretação dos dados de concentração de 5-HT e de suas possíveis conseqüências para o comportamento.

## **IMPLICAÇÕES**

Os resultados acima descritos mostram uma variabilidade na ontogenia das aminas biogênicas, nas diversas áreas do SNC, mesmo quando são oferecidas dietas adequadas.

As concentrações das aminas são também muito alteradas, quando é introduzida a desnutrição no início da vida, dificultando as tentativas de fazer relações entre as mudanças neuroquímicas nos níveis endógenos de aminas e seus possíveis efeitos comportamentais.

O estudo de LEAHY *et al.* (1978), usando fármacos de ação central, representou uma nova estratégia para analisar estas relações. Os autores observaram em ratos desnutridos (restrição de proteína), um aumento do comportamento estereotipado e uma diminuição da atividade locomotora, provocada pela injeção de apomorfina, e explicam estes dados pela redução do número de receptores DA<sub>2</sub> pré e pós-sinápticos nos animais desnutridos, uma vez que apomorfina produz diminuição da atividade locomotora por ação no receptor DA<sub>2</sub> pré-sinápticos e estereotipia por ação nos receptores DA<sub>2</sub> pós-sinápticos.

BRIONI *et al.* (1986) observaram um aumento da atividade locomotora em animais desnutridos, conforme as doses crescentes de anfetamina (de 0,3 a 3,0mg/kg), bem como, redução dos níveis de DA e de um dos metabólitos, o DOPAC no núcleo estriado, juntamente com uma diminuição da rapidez de síntese *turnover* de DA. A ligação específica *binding* de DA, no núcleo estriado, foi aumentada nos animais desnutridos tratados com anfetamina. KELLER *et al.* (1982), também mostraram redução nas ligações específicas dos receptores alfa e beta adrenérgico no cérebro total de animais desnutridos. Levando em conta estes resultados, torna-se uma tarefa complexa o estabelecimento de relações entre desnutrição, neurotransmissores cerebrais e comportamento.

A estratégia do uso de fármacos de ação central como ferramenta para entender as alterações nas estruturas cerebrais, envolvidas na mediação dos comportamentos tem mostrado resultados promissores. Entretanto, além dos dados de LEAHY *et al.* (1978) e BRIONI, *et al.* (1986), vários estudos mostraram que os animais desnutridos reagem diferentemente a algumas doses de ansiolíticos (diazepan ou clordiazepóxido), evidenciando uma hiporeatividade aos fármacos (ALMEIDA *et al.*, 1992). Além disto, os efeitos de fármacos em animais desnutridos têm mostrado resultados contraditórios entre os autores, como sugerem ALMEIDA *et al.* (1996).

CRNIC (1983) mostrou que as possíveis relações entre neurotransmissores e comportamento se tornam ainda mais complicadas, quando são analisadas as interações entre desnutrição e estimulação ou enriquecimento ambiental. A autora usou a estimulação táctil (segurar na mão ou *handling*), combinada com o enriquecimento ambiental (exposição a ambientes complexos), após o desmame em ratos desnutridos (restrição da dieta a 40% da ingestão observada nos controles). A desnutrição produziu diminuição da latência inicial para se mover no campo aberto, mas logo a seguir, foi observado aumento na atividade locomotora, bem como uma intensificação da reação aos estímulos aversivos. A estimulação e o enriquecimento ambiental reduziram os efeitos da desnutrição nestes comportamentos.

As análises das concentrações de DNA, de proteína e lipídios mostram reduções nos animais desnutridos, mas, embora a estimulação tenha alterado estas medidas bioquímicas, estas mudanças não foram estatisticamente significantes. A autora mostra os efeitos

benéficos da estimulação em reduzir os prejuízos causados pela desnutrição, embora saliente as dificuldades em relacionar estas medidas comportamentais com alterações bioquímicas produzidas pela desnutrição e pela estimulação ambiental.

Diversos autores já haviam descrito efeitos benéficos da estimulação ambiental, tanto em medidas bioquímicas como de comportamentos em ratos desnutridos (CELEDON *et al.*, 1979, CINES e WINICK, 1979, OLIVEIRA e OLIVEIRA, 1985, LEVITSKY e BARNES, 1972).

Para atingir os objetivos de analisar os efeitos da desnutrição protéica nos níveis de aminas biogênicas, os autores deste trabalho realizaram um estudo (SILVA, 2003), mantendo os ratos desde o nascimento até os 35 dias de idade em dieta com níveis diferentes de proteína (16% para os Controles – C e 6% para os Desnutridos – D). Para avaliar as interações entre desnutrição e estimulação ambiental, a metade dos animais de cada grupo de dieta foi estimulada individualmente durante 3 minutos diários (*handling*- que consiste em segurar o rato na palma de uma das mãos e deslizar o polegar da outra mão no encéfalo caudal). Logo após o *handling*, os animais desnutridos e controles foram também expostos a sons de 3KHz e 70dB, apresentados a cada 5 segundos. Os grupos não estimulados foram mantidos nas gaiolas viveiros, sendo apenas separados de suas mães, por um período igual ao da estimulação dos outros grupos de animais.

Aos 35 dias de idade foram realizados os testes comportamentais e as medidas bioquímicas. Os animais foram individualmente colocados no Labirinto em Cruz Elevado (LCE), avaliando o número de entradas e tempo gasto nos braços fechados (mais protegidos por paredes laterais) e nos braços abertos (mais aversivos pela altura de 50cm do piso e pela exposição a uma área aberta, menos protegida). O desempenho no Labirinto em Cruz Elevado - LCE (Tabela 2), mostra que os animais desnutridos apresentam aumentos nas medidas usuais no LCE (índice de entrada e de tempo nos braços abertos do labirinto). A estimulação aumentou significativamente estes índices, nos desnutridos e nos controles.

Para uma avaliação mais detalhada da exploração do LCE, para efeito de análise, os braços abertos foram divididos em três seguimentos. Como pode ser visto na Tabela 2, os animais DNE (desnutridos não estimulados) apresentam uma maior exploração dos segmentos 1 e 2 dos braços abertos, mais próximos da área central, que os CNE (controles não estimulados), mostrando que a desnutrição protéica precoce produz uma redução da habilidade em avaliar os riscos de entrar nos braços abertos, o que tem sido descrito como um aumento da impulsividade nos animais desnutridos (SANTUCCI *et al.*, 1994).

A estimulação aumentou a exploração dos segmentos 2 e 3 dos braços abertos (mais distantes da área central), tanto em animais controles como nos desnutridos, demonstrando claramente que a estimulação ambiental reduz a ansiedade avaliada pelo LCE.

Em seguida, os animais foram sacrificados e seus cérebros removidos para a avaliação das aminas biogênicas, nas mesmas áreas avaliadas pela maioria dos autores que analisa animais desnutridos: córtex occipital, hipocampo, hipotálamo lateral, hipotálamo ventromedial e cerebelo. As diversas amostras de tecido cerebral foram analisadas através

**Tabela 2 Desempenho dos animais dos grupos Desnutridos e Controles, Estimulados e Não Estimulados, no Labirinto em Cruz Elevado, aos 35 dias de idade. Valores da tabela representam média  $\pm$  desvio padrão**

Grupos	Índice de EA	Índice de TA	Frequência de exploração dos segmentos dos braços abertos		
			1	2	3
CNE (n=13)	19 $\pm$ 1.7	18 $\pm$ 3.8	1.1 $\pm$ 1.2	0	0.1 $\pm$ 0.4
CE (n=14)	41 $\pm$ 6.7*	41 $\pm$ 17.9*	2.2 $\pm$ 1.7	0.7 $\pm$ 0.9*	3.1 $\pm$ 2.8*
DNE (n=14)	28 $\pm$ 8.6	13 $\pm$ 11.9	2.3 $\pm$ 1.7*	0.4 $\pm$ 3.6*	0.4 $\pm$ 0.8
DE (n=15)	42 $\pm$ 12.8*	25 $\pm$ 11.3*	3.2 $\pm$ 1.7	1.0 $\pm$ 0.8*	4.4 $\pm$ 2.9*

Índice de EA - Índice de entrada nos braços abertos / Entradas nos Abertos + Fechados.

Índice de TA - Índice de tempo nos braços abertos / Tempo nos Abertos + Fechados.

Frequência de exploração dos segmentos 1, 2, e 3 (segmento 1, mais próximo dos braços fechados e segmento 3 mais distante, na extremidade dos braços abertos).

CNE - Grupo controle não estimulado;

CE - Grupo controle estimulado;

DNE - Grupo desnutrido não estimulado;

DE - Grupo desnutrido estimulado.

Grupo Controle - 16 % de proteína, Grupo Desnutrido - 6 % de proteína na dieta.

\* P<0.05

Cromatografia Líquida de Alto Desempenho (CLAD ou HPLC- High Performance Liquid Chromatography), uma técnica mais sensível para a detecção dos níveis de aminas biogênicas nos tecidos do SNC, do que as técnicas usadas pela maioria dos autores desta área.

Os dados da Tabela 3 mostram que a desnutrição protéica precoce e a estimulação ambiental, resultam em efeitos variáveis sobre os níveis de aminas biogênicas, dependendo da área estudada. Como pode ser visto na Tabela 3, houve efeitos de dieta - reduções nas concentrações de NA e DA no hipotálamo lateral (DNE<CNE), também reduções de NA no córtex occipital (DE<CE) e de DA no hipotálamo ventromedial (DE<CE), mas aumentos nos níveis de 5-HT no córtex occipital (DE>CE). Também podem ser observados na Tabela 3, que a estimulação resultou em reduções nas concentrações de NA no hipotálamo lateral (CE<CNE) e de 5-HT no córtex occipital (CE<CNE), mas aumentou os níveis de NA no hipocampo (DE>DNE) e de DA no hipotálamo lateral (DE>DNE).

Em síntese, a dieta resultou em reduções nas concentrações de NA no córtex occipital e no hipotálamo lateral e, também reduções de DA no hipotálamo lateral e ventromedial, mas aumentou as concentrações de 5-HT no córtex occipital. Por outro lado, a estimulação diminuiu os níveis de NA no hipotálamo lateral e de 5-HT no córtex occipital, mas aumentou os níveis de NA no hipocampo e de DA no hipotálamo lateral.

**Tabela 3** Concentração de catecolaminas (ng/g de tecido) no Córtex Occipital (CX), Hipocampo (HP), Hipotálamo Lateral (HL), Hipotálamo Ventromedial (HV) e Cerebelo (CE) de ratos aos 35 dias de idade. Valores representam Média ± Desvio Padrão de 14 a 16 determinações

Grupos	CNE			CE			DNE			DE		
	NA	DA	5-HT	NA	DA	5-HT	NA	DA	5-HT	NA	DA	5-HT
CX	195,4±55,0	-	111,0±44,9	191,5±19,1	(-)	74,9 <sup>***</sup> ±57,5	117,2±38,2	(-)	116,5±44,3	56,6 <sup>ab</sup> ±34,4	(-)	122,9 <sup>ac</sup> ±44,4
HP	232,9±149,4	-	152,5±176,9	207,8±130,8	(-)	178,7±159,9	126,8±110,5	(-)	133,4±86,7	190,3 <sup>***</sup> ±154,7	(-)	220,7±178,0
HL	4.011,7±852,4	246,1±195,5	298,1±219,3	1.778,5 <sup>**</sup> ±731,7	156,8 ± 103,9	327,9±132,9	1.716,0 <sup>ab</sup> ±765,7	102,1 <sup>a</sup> ±49,2	244,6±149,7	1.567,8±704,4	148,3 <sup>***</sup> ±99,0	345,9±129,5
HV	2.321,7±1.347,1	275,3±153,7	281,2±43,7	2.151,3±756,4	196,2 ± 177,6	249,1±84,2	1.853,5±769,8	114,4 <sup>a</sup> ±47,7	323,7±135,9	1.849,8±454,5	108,4 <sup>ab</sup> ±30,2	396,1±93,9
CE	152,1±98,9	5,8±4,1	43,2±44,7	164,5±45,8	4,2 ± 2,5	36,0±24,3	173,7±14,3	6,5±2,8	46,4±21,8	172,6±73,6	6,6±3,8	49,5±23,1

**Aminas Biogênicas:** NA - Noradrenalina, DA - Dopamina e 5-HT - Serotonina. Nas áreas com o (-) não foram detectados valores de DA.

**Grupos:** CNE - Controle Não Estimulado; CE - Controle Estimulado; DNE - Desnutrido Não Estimulado e DE - Desnutrido Estimulado.

**Dieta:** Grupo controle - 16% de proteína, Grupo desnutrido - 6% de proteína.

**Diferenças significantes:** - Efeitos de DIETA : REDUÇÕES : \*a = DNE < CNE; \*b = DE < CE ; AUMENTOS : \*c = DE > CE;

- Efeitos de ESTIMULAÇÃO: REDUÇÕES : \*\*d = CE < CNE ; AUMENTOS : \*\*e = DE > DNE.

\* P < 0.05.

Entretanto, os nossos dados também não permitem fazer relações claras entre os níveis de aminas biogênicas no SNC e o comportamento no LCE, desde que a desnutrição aumentou os níveis das aminas biogênicas em algumas áreas e diminuiu em outras, dificultando fazer relações mais precisas com as alterações no comportamento.

Deve ser salientado também, que neste estudo foi adotada a estratégia de analisar as concentrações de aminas biogênicas nas áreas cerebrais, usualmente avaliadas pelos autores que, na década de 70-80, analisaram os efeitos da desnutrição no cérebro. Embora estes dados representem avanços nas medidas bioquímicas no cérebro, após a desnutrição e estimulação ambiental, teria sido preferível a escolha de subáreas cerebrais mais específicas, como córtex frontal, amígdala, locus cerúleo e substância cinzenta periaquedutal, que são reconhecidas como substratos nervosos, envolvidos nas mudanças de comportamento no Labirinto em Cruz Elevado (BRANDÃO *et al.*, 2003). Também outros autores (MATHANGI *et al.*, 2001; PELLOW *et al.*, 1985; RIUL *et al.*, 1998), salientam o envolvimento destas áreas mais específicas, entretanto a preocupação inicial do estudo bioquímico acima foi avaliar as aminas biogênicas, nas grandes áreas do SNC, mais freqüentemente estudadas pelos autores que analisaram os efeitos da desnutrição.

Os resultados apresentados nesta revisão, mostrando diferenças na ontogenia das concentrações das aminas biogênicas e os dados recentes de alterações significantes de NA, DA e 5-HT em várias áreas do SNC, complementados pelos resultados contraditórios nos estudos com animais desnutridos, levantam a necessidade de analisar as possíveis implicações clínicas destes estudos de laboratório.

A escolha dos medicamentos empregados na prática clínica ou as dosagens de fármacos que atuam no SNC, podem resultar em efeitos variados entre os pacientes que poderiam ser atribuídos às complexas interações dos fármacos com os diferentes níveis de neurotransmissores no SNC. Este argumento é ainda mais relevante, pelo fato que usualmente não há relatos ou informações precisas sobre eventuais episódios de desnutrição a que o paciente atendido na clínica tenha sido exposto no início da vida, durante o período de formação do SNC. As alterações nos níveis de aminas biogênicas nas diversas áreas cerebrais, como foi salientado nesta revisão, podem perdurar até a vida adulta, dificultando ainda mais a decisão sobre a dosagem do medicamento a ser usada em cada paciente. A maior ou menor eficiência do medicamento para alterar os quadros clínicos do paciente, vai depender de suas interações com o sistema de neurotransmissores que podem estar alterados por episódios de desnutrição ou alimentação inadequada.

Os resultados recentes descritos nas Tabelas 2 e 3, mostrando efeitos claros da estimulação ambiental no comportamento e alterações nas concentrações de algumas aminas biogênicas e seus metabólitos em várias regiões cerebrais (SILVA, 2003), vêm acrescentar um complicador adicional nas implicações clínicas apontadas acima. Se por um lado, a estimulação ambiental pode atuar na recuperação das alterações causadas pela desnutrição sobre o comportamento, a falta de informações adequadas sobre a ingestão de alimentos e sobre a estimulação ambiental a que foi exposto o paciente, nos primeiros anos de vida,

durante a fase de formação do SNC, torna-se um complicador adicional na decisão sobre as dosagens de medicamentos na atuação clínica.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ontogenia e as concentrações das aminas biogênicas nas diversas estruturas cerebrais variam conforme as condições de dieta, ao longo do desenvolvimento do SNC.

As diminuições observadas nos níveis de NA e DA no SNC sugerem que as dietas hipoprotéicas acarretam uma redução na síntese de catecolaminas, provavelmente devido a uma menor oferta de tirosina ao cérebro, uma vez que a atividade da enzima tirosina hidroxilase parece estar aumentada pela desnutrição, permanecendo elevada mesmo após a reabilitação nutricional.

Apesar da maioria dos estudos ter mostrado reduções nas concentrações de NA e DA também foram relatados aumentos ou nenhuma alteração. As divergências entre os estudos podem ser atribuídas ao modelo de desnutrição utilizado; variações no teor de proteína na dieta; idade de início do insulto nutricional; idade dos animais no momento da avaliação bioquímica. Os resultados contraditórios, entre os autores, podem também ser atribuídos a diferenças na metodologia utilizada para quantificação das aminas biogênicas.

Por outro lado, os resultados mais homogêneos entre os autores, mostrando que a desnutrição acarreta aumentos na concentração de 5-HT no cérebro, confirmados pelos dados da Tabela 3, bem como aumentos de seu metabólito (5-HIAA), sugerem que na desnutrição está ocorrendo uma adaptação metabólica devido ao aumento da oferta de triptofano nas regiões cerebrais.

As diferenças encontradas após a desnutrição sobre as concentrações de aminas biogênicas no sistema nervoso central, também podem ser atribuídas às diferenças na metodologia de análise bioquímica ou na escolha das estruturas avaliadas. Alguns autores estudaram regiões muito extensas, analisando o cérebro todo ou grandes áreas como tronco cerebral ou mesencéfalo estavam envolvendo muitas subáreas do SNC. Ao serem analisadas em conjunto estas grandes áreas, pode ocorrer uma soma algébrica da participação das aminas biogênicas, podendo haver adição ou sinergismo devido aos aumentos de neurotransmissores. Quando ocorrerem reduções nas concentrações das aminas biogênicas nas áreas analisadas pode também haver bloqueio ou inibição dos efeitos. Esta conclusão encontra fundamentação nas análises de complexas relações entre córtex, hipocampo e giro denteado, como salientam MORGANE *et al.* (2002). As interações entre as áreas podem envolver impulsos provenientes do córtex, que ativam interneurônios inibitórios (gabaérgicos), resultando em uma redução da manifestação comportamental ou por outro lado, um impulso cortical pode ativar outro interneurônio de sinapse excitatória (serotonina ou noradrenalina) no hipocampo, resultando em aumento de um dado comportamento.

Como foi salientado em relação à interpretação dos substratos neurais que participam das manifestações comportamentais no LCE, faz-se necessário analisar os efeitos da desnutrição por subáreas mais específicas. Os dados dos efeitos da estimulação ambiental sobre o comportamento, e sobre os níveis das aminas biogênicas acrescentam um fator adicional a ser levado em conta, principalmente quando o objetivo é analisar os efeitos da desnutrição sobre o comportamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS/REFERENCES

- AGRAWA, H.C.; GLISSO, S.N.; HIMWIC, W.A. Changes in monoamines of rat brain during postnatal ontogeny. *Biochimica et Biophysica Acta*, v.130, p. 511-513, 1966.
- AHMAD, G.; RAHMAN, M.A. Effects of undernutrition and protein malnutrition on brain chemistry of rats. *Journal of Nutrition*, v.105, p.1090-1103, 1975.
- ALMEIDA, S.S.; SOARES, E.G.; BICHUETTE, MA.Z.; GRAEFF, F.G.; DE OLIVEIRA, L.M. Effects of postnatal malnutrition and chlordiazepoxide on experimental aversive situation. *Physiology and Behavior*, v. 51, p 1195-1199, 1992.
- ALMEIDA, S.S.; TONKISS, J.; GALLER, J.R. Malnutrition and reactivity to drugs acting in the central nervous system. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, v.20, n.3, p. 389-402, 1996.
- BARNES, N.M.; SHARP, T. A review of central 5-HT receptors and their function. *Neuropharmacology*, v.38, p.1083-1152, 1999.
- BECK, K.D.; LUINE, V.N. Food deprivation modulates chronic stress effects on object recognition in male rats: role of monoamines and amino acids. *Brain Research*, v.830, p.56-71, 1999.
- BELMAR, J.; CARREÑO, PAZ.; HERNÁNDEZ, A.; SOTO-MOYANO, R. Malnutrition early in life impairs alpha-2 adrenoreceptor regulation of noradrenaline release in the rat cerebral cortex. *Nutrition Research*, v.16, n.10, p.1727-1734, 1996.
- BRANDÃO, M.L.; TRONCOSO, A.C.; SOUZA SILVA, M.A.; HUSTON, J.P. The relevance of neuronal substrates of defense in the midbrain tectum to anxiety and stress: empirical and conceptual considerations. *European Journal of Pharmacology*, v.463, p.225-233, 2003
- BRIONI, J.D.; KELLER, E.A.; LEVIN, L.E.; CÓRDOBA, N.; ORSINGHER, O.A. Reactivity to amphetamine in perinatally undernourished rats: Behavioral and neurochemical correlates. *Pharmacology Biochemistry & Behavior*, v.24, p.449-454, 1986.
- BROCK, J.W.; FAROOQUI, S.M.; ONAIVI, E.S.; HAMDY, A.; PRASAD, C. Dietary protein and central monoamine concentrations in the rat. *Nutritional Neuroscience*, v.1, p.69-76, 1998.
- BROZEK, J. Nutrition, malnutrition and behavior. *Boletín Oficina Sanitaria Panamericana*, v.85, n.6, p.506-529, 1978.

- CELEDON, J.M.; SANTANDER, M.; COLOMBO, M. Long term effects of early undernutrition and environment stimulation on learning performance of adult rats. *Journal of Nutrition*, v.109, p.1880-1886, 1979.
- CHEN, J.; TONKISS, J.; GALLER, J.R.; VOLICER, L. Prenatal protein malnutrition in rats enhances serotonin release from hippocampus. *Journal of Nutrition*, v.122, p.2138-2143, 1992.
- CHEN, J.; TURIK, G.; GALLER, J.R.; VOLICER, L. Effect of prenatal malnutrition on release of monoamines from hippocampal slices. *Life Sciences*, v.57, n.16, p.1467-1475, 1995.
- CHEN, J.; TURIK, G.; GALLER, J.R.; VOLICER, L. Postnatal changes of brain monoamine levels in prenatally malnourished and control rats. *International Journal of Developmental Neuroscience*, v.15, n.2, p.257-263, 1997.
- CINES, B.M.; WINICK, M.; Behavioral and physiological effects of early handling and early malnutrition in rats. *Developmental Psychobiology*, v.12, n.4, p.381-389, 1979.
- CRNIC, L.S. Effects of nutrition and environment on brain biochemistry and behavior, *Developmental Psychobiology*, v.16, n.2, p.129-145, 1983.
- DETERING, N.; COLLINS, R.M.; HAWKINS, R.L.; OZAND, P.T.; KARAHASAN, A. Comparative effects of ethanol and malnutrition on the development of catecholamine neurons: changes in neurotransmitter levels. *Journal of Neurochemistry*, v.34, n.6, p.1587-1593, 1980b.
- DETERING, N.; EDWARDS, E.; OZAND, P.T.; KARAHASAN, A. Comparative effects of ethanol and malnutrition on the development of catecholamine neurons: changes in specific activities of enzymes. *Journal of Neurochemistry*, v.34, n.2, p.297-304, 1980a.
- DICKERSON, J.W.T.; PAO, S.K. Effect of pre-and post-natal maternal protein deficiency on free amino acids and amines of rat brain. *Biology Neonate*, v.25, p.114-124, 1975.
- DOBBING, J. Vulnerable periods in developing brain In: DAVIDSON, N. A.; DOBBING, J. (Eds.) *Applied Neurochemistry*, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1968, p.287-316.
- FERNSTROM, J.D.; WURTMAN, R.J. Brain serotonin content: Increase following ingestion of carbohydrate diet. *Science*, v.174, p.1023-1025, 1971b.
- FERNSTROM, J.D.; WURTMAN, R.J. Brain serotonin content: Physiological dependence on plasma tryptophan levels. *Science*, v.173, p.149-151, 1971a.
- FRANK, G.K.; KAYE, W.H.; MELTZER, C.C.; PRICE, J.C.; GREER, P.; McCONAHA, C.; SKOVIRA, K. Reduced 5-HT<sub>2A</sub> receptor binding after recovery from anorexia nervosa. *Biological Psychiatry*, v.52, p.896-906, 2002.
- GLOWINSKI, J.; IVERSEN, L.L. Regional studies of catecholamines in the rat brain – I: The disposition of [<sup>3</sup>H]norepinephrine, [<sup>3</sup>H]dopamine and [<sup>3</sup>H]dopa in various regions of the brain. *Journal of Neurochemistry*, v.13, p.655 – 669, 1966.
- GUTIÉRREZ-OSPINA, G.; MANJARREZ-GUTIÉRREZ, G.; GONZÁLEZ, C.; LÓPEZ, S.; HERRERA, R.; MEDINA-AGUIRRE, I.; HERNÁNDEZ-R, J. Neither increased nor decreased availability of cortical serotonin (5HT) disturbs barrel field formation in isocaloric undernourished rat pups. *International Journal of Developmental Neuroscience*, v.20, p.497-501, 2002.
- HAIDER, S.; HALEEM, D.J. Decreases of brain serotonin following a food restriction schedule of 4 weeks in male and female rats. *Basic Research*, v.6, n.6, p.1061-1067, 2000.
- HERNÁNDEZ, J.R. Developmental pattern of the serotonin synthesizing enzyme in the brain of postnatally malnourished rats. *Experientia*, v.29, p. 1487-1488, 1973.
- HERNÁNDEZ, J.R.; MANJARES, G.G.; CHAGOYA, G. Newborn humans and rats malnourished in utero: free plasma L-tryptophan, neutral amino acids and brain serotonin synthesis. *Brain Research*, v.488, p. 1-13, 1989.

- HISATOMI, K.; NIYAMA, Y. Effects of maternal protein and/or energy deficiency during pregnancy on catecholamine and serotonin in fetal rat brain. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, v.25, p.243-253, 1979.
- HISATOMI, K.; NIYAMA, Y. Effects of postnatal undernutrition on the catecholamine and serotonin contents of suckling rat brain. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, v.26, p.279-292, 1980.
- HOYER, D.; MARTIN, G.R. Classification and nomenclature of 5-HT receptors: a comment on current issues. *Behavioral Brain Research*, v.73, p. 263-268, 1996.
- HUETHER, G.; ZHOU, D.; SCHMIDT, S.; WILTFANG, J.; RÜTHER, E. Long-term food restriction down-regulates the density of serotonin transporters in the rat frontal cortex. *Biological Psychiatry*, v.41, p.1174-1180, 1997.
- KALYANASUNDARAM, S.; RAMANAMURTHY, P. S. V. Effect of undernutrition on tryptophan and tyrosine hydroxylases in the developing rat brain. *Journal of Neurochemistry*, v.36, n.4, p.1580-1582, 1981.
- KANG, M.; PARK, C.; AHN, H.; HUH, Y. Ectopic expression of serotonin-positive neurons in the hypothalamus associated with a significant serotonin decrease in the midbrain of food restricted rats. *Neuroscience Letters*, v.314, p.25-28, 2001.
- KEHOE, P.; MALLINSON, K.; BRONZINO, J.; McCORMICK, C.M. Effects of prenatal protein malnutrition and neonatal stress on CNS responsiveness. *Developmental Brain Research*, v.132, p.23-31, 2001.
- KELLER, E.A.; MUNARO, N.I.; ORSINGHER, O.A. Perinatal undernutrition reduces alpha and beta adrenergic receptor binding in adult rat brain. *Science*, v.215, p.1269-1270, 1982.
- KNOTT, J.; CURZON, G. Free tryptophan in plasma and brain tryptophan metabolism. *Nature*, v.239, p.452-453, 1972.
- LEAHY, J.P.; STERN, W.C.; RESNICK, O.; MORGANE, P.J. A neuropharmacological analysis of central nervous system catecholamine system in developmental protein malnutrition. *Developmental Psychobiology*, v.11, n.4, p.361-370, 1978.
- LEE, C.; DUBOS, R. Lasting biological effects of early environmental influences: Effects of neonatal infection, perinatal malnutrition, and crowding on catecholamine metabolism of brain. *The Journal of Experimental Medicine*, v.136, p.1031-1042, 1972.
- LEVITSKY, D.A.; BARNES, R.H. Nutritional and environmental interaction in behavioral development of the rat: Long-term effects. *Science*, v.176, p.168-176, 1972.
- LIEBERMAN, H.R.; ASKEW, E.W.; HOYT, R.W.; SHUKITT-HALE, B.; SHARP, M.A. Effects of 30 days of undernutrition on plasma neurotransmitter precursors, other amino acids, and behavior. *Nutritional Biochemistry*, v.8, p.119-126, 1997.
- LOIZOU, L.A. The postnatal ontogeny of monoamine containing neurones in the central nervous system of the albino rat. *Brain Research*, v.40, p. 395-418, 1972.
- LYTLE, L.D.; WHITACRE, C.S.; NSLSON, M.F. Mechanisms of nutrient action on brain function. In GALLER, J.R – *Nutrition and Behavior*, Plenum Press, N.Y, p.223-265,1984.
- MANJARES, G.G.; CHAGOYA, G.; HERNÁNDEZ, J.R. Perinatal brain serotonin metabolism in rats malnourished in utero. *Biology Neonate*, v.54, p.232-240, 1988.
- MARICHICH, E.S.; MOLINA, V.A.; ORSINGHER, O.A. Persistent changes in central catecholaminergic system after recovery of perinatally undernourished rats. *Journal of Nutrition*, v.109, p.1045-1050, 1979.

- MATHANGI, D.C.; NAMASIVAYAM, A. Effect of chronic protein restriction on motor co-ordination and brain neurotransmitters in albino rats. *Food and Chemical Toxicology*, v.39, p.1039-1043, 2001.
- MILLER, M.; RESNICK, O. Tryptophan availability: The importance of prepartum and postpartum dietary protein on brain indolamine metabolism in rats. *Experimental Neurology*, v.67, p.298-314, 1980.
- MOKLER, D.J.; BRONZINO, J.D.; GALLER, J.R.; MORGANE, P.J. The effects of median raphé electrical stimulation on serotonin release in the dorsal hippocampal formation of prenatally protein malnourished rats. *Brain Research*, v.838, p.95-103, 1999.
- MORGANE, P.J.; AUSTIN-LAFRANCE, R.J.; BRONZINO, J.D.; TONKISS, J.; DÍAZ-CINTRA, S.; CINTRA, L.; KEMPER, T.; GALLER, J.R. Prenatal malnutrition and development of the brain. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, v.17, p.91-128, 1993.
- MORGANE, P.J.; MOKLER, D.J.; GALLER, J.R. Effects of prenatal protein malnutrition on the hippocampal formation. *Neuroscience and Biobehavioral Review*, v.26, p.471-483, 2002.
- NOMURA, Y.; NAITOH, F.; SEGAWA, T. Regional changes in monoamine content and uptake of the rat brain during postnatal development. *Brain Research*, v.1001, p.305-315, 1976.
- OKADO, N.; NARITA, M.; NARITA, N. A biogenic amine-synapse mechanism for mental retardation and developmental disabilities *Brain & Development*, v.23, p.S11-S15, 2001.
- OLIVEIRA, L.M.; ALMEIDA, S.S. Effects of malnutrition and environment on the acquisition and extinction of avoidance behavior in rats. *Physiology and Behavior*, v.34, p.141-155; 1985
- PARVEZ, H.; ISMAHAN, G.; PARVEZ, S. Maintenance of central and peripheral monoamine oxidase activity in developing rats subjected to disturbed alimentary rhythms and undernutrition. *Biology Neonate*, v.35, p.279-289, 1979.
- PAUWELS, P.J. Diverse signalling by 5-hydroxytryptamine (5-HT) receptors. *Biochemical Pharmacology*, v.60, p.1743-1750, 2000.
- PELLOW, S.; CHOPIN, P.; FILE, S.; BRILEY, M. Validation of open/closed arms entries in the elevated plus-maze as a measure of anxiety in the rat. *Journal of Neuroscience Methods*, v.14, p.149-167, 1985
- PONZO, O. J.; SEILICOVICH, A.; RONDINA, D.; PISERA, D.; CALCAGNO, M.L.; SCACCHI, P. A proteic diet decreases hypothalamic catecholamine turnover in adult male rats. *Brain Research*, v.871, p.44-49, 2000.
- PORCHER, W.; HELLER, A. Regional development of catecholamine biosynthesis in rat brain. *Journal of Neurochemistry*, v.19, p.1917-1930, 1972.
- RAMANAMURTHY, P.S.V. Maternal and early postnatal malnutrition and transmitter amines in rat brain. *Journal of Neurochemistry*, v.28, p.253-254, 1977.
- RESNICK, O.; MORGANE, P.J. Ontogeny of the levels of serotonin in various parts of the brain in severely protein malnourished rats. *Brain Research*, v.303, p.163-170, 1984
- RIUL, T.R., ALMEIDA, P.S.; CARVALHO, A.F.; ALMEIDA, S.S.; DE OLIVEIRA, L.M. Effects of different levels of protein and environmental stimulation on the behavior of young rats tested in the elevated plus-maze. *Nutritional Neuroscience*, v.60, p.1-9; 1998.
- ROCINHOLI, L.F.; ALMEIDA, S.S.; DE OLIVEIRA, L.M.; Response threshold to aversive stimuli in stimulated early protein-malnourished rats. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, v.30, p.407-413, 1997.
- SANTUCCI, L.B.; DAUD, M.M.; ALMEIDA, S.S.; DE OLIVEIRA, L.M. Effects of early protein malnutrition and environmental stimulation upon the reactivity to diazepam in two animal models of anxiety. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, v.49, p.393-398, 1994

- SCHLESINGER, L.; AREVALO, M.; SIMON, V.; LOPEZ, M.; MUÑOZ, C.; HERNANDEZ, A.; CARREÑO, P.; BELMAR, J.; WHITE, A.; HÄFFNER-CAVAILLON, N. Immune depression induced by protein calorie malnutrition can be suppressed by lesioning central noradrenaline systems. *Journal of Neuroimmunology*, v.57, p.1-7, 1995.
- SEIDLER, F.J.; BELL, J.M.; SLOTKIN, T.A. Undernutrition and overnutrition in the neonatal rat: long-term effects on noradrenergic pathways in brain regions. *Pediatric Research*, v.27, n.2, p.191-197, 1990.
- SERENI, F.; PRINCIPI, N.; PERLETTI, L.; SERENI, L.P. Undernutrition and the developing rat brain. *Biology Neonate*, v.10, p.254-265, 1966.
- SHOEMAKER, W.J.; WURTMAN, R.J. Effect of perinatal undernutrition on the metabolism of catecholamines in the rat brain. *Journal of Nutrition*, v.103, p.1537-1547, 1973.
- SHOEMAKER, W.J.; WURTMAN, R.J. Perinatal undernutrition: Accumulation of catecholamines in rat brain. *Science*, v.171, p.1017-1019, 1971.
- SILVA, M.S.P. Desnutrição e estimulação ambiental por períodos curtos durante a formação do sistema nervoso de ratos: Medidas comportamentais e bioquímicas. Tese defendida no programa de Psicobiologia, FFCLRP-USP, 2003
- SMART, J.L. Critical periods in brain development. *Foundation Symposium*, v.156, p.109-128, 1991.
- SMART, J. L. Undernutrition and the development of the brain. In: BROWN, K.; COOPER, S. J. *Chemical influences on behaviour*. Academic Press, London, p.1-33, 1979.
- SOBOTKA, T.J.; COOK, M.P.; BRODIE, R.E. Neonatal malnutrition: neurochemical, hormonal and behavioral manifestations. *Brain Research*, v.65, p.443-457, 1974.
- SOTO-MOYANO, R.; FERNÁNDEZ, V.; SANHUEZA, M.; BELMAR, J.; KUSCH, C.; PEREZ, H.; RUIZ, S.; HERNANDEZ, A. Effects of mild protein prenatal malnutrition and subsequent postnatal nutritional rehabilitation on noradrenaline release and neuronal density in the rat occipital cortex. *Developmental Brain Research*, v.116, p.51-58, 1999.
- SOTO-MOYANO, R.; HERNANDEZ, A.; PEREZ, H.; RUIZ, S.; DIAZ-VELIZ, G.; BELMAR, J. Early malnutrition and changes in the induced release of noradrenaline in the prefrontal cortex of adults rats. *International Journal of Neuroscience*, v.37, n.3-4, p.93-102, 1987.
- STERN, W.C.; FORBES, W.B.; RESNICK, O.; MORGANE, P.J. Seizure susceptibility and brain amine levels following protein malnutrition during development in the rat. *Brain Research*, v.79, p.375-384, 1974.
- STERN, W.C.; MILLER, M.; FORBES, W.B.; MORGANE, P.J.; RESNICK, O. Ontogeny of the levels of biogenic amines in various parts of the brain and in peripheral tissues in normal and protein malnourished rats. *Experimental Neurology*, v.49, p.314-326, 1975.
- STRUPP, B.J.; LEVISKY, D. Enduring cognitive effects of early malnutrition: A theoretical reappraisal. In: Pollit, E. Undernutrition and behavioral development in children. *Journal of Nutrition*, v.125, p.2221S-2232S, 1995.
- UGRUMOV, M.; PROSHLYAKOVA, E.; SAPRONOVA, A.; POPOV, A. Development of the mesencephalic and diencephalic catecholamine systems in human fetuses: uptake and release of catecholamines in vitro. *Neuroscience Letters*, v.212, p.29-32, 1996.
- WIGGINS, R.C.; FULLER, G.; ENNA, S.J. Undernutrition and the development of brain neurotransmitter systems. *Life Sciences*, v.35, n.21, p.2085-2094, 1984.

WURTMAN, R.J.; HEFTI, F.; MELAMED, E. Precursor control of neurotransmitter synthesis. *Pharmacological Reviews*, v.32, n.4, p.315-335, 1981.

ZEISEL, S.H. Dietary influences on neurotransmission. *Advanced Pediatric*, v.33, p.23-48, 1986.

Recebido para publicação em 22/07/03.

Aprovado em 03/11/04.



# Composição do corpo: métodos para análise

## *Body composition: methods of assessment*

### ABSTRAC

CAMPANA, A.O.; PAIVA, S.A.R. Body composition: methods of assessment. *Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.= J. Brazilian Soc. Food Nutr.*, São Paulo, SP, v. 29, p. 99-120, jun. 2005.

*Earlier studies of body composition are more than a century old. By the end of the 19<sup>th</sup> century, chemical analyses of human tissues provided the basis for the emerging of a new field of clinical investigation, which encompassed theoretical and practical knowledge focusing on the partition of the human body into various components. Significant contributions in this area were published in the middle of the last century. Further, in the last 30-40 years, the use of isotopes and techniques which allow to discriminate between anatomical structures resulted in marked progress in the knowledge of body composition components. This paper provides an overview of the present status of body composition methodologies. It begins by addressing the organization of body components into five distinct levels of increasing complexity: atomic, molecular, cellular, tissue system and organs and finally the entire body. The methods used for estimating the components at each one of the levels are mentioned. We next consider each one of the methods, taking into consideration their biological principles, technical relevant issues, clinical use and limitations. This review points out to recent remarkable progress in the field of body composition research. The importance of studies related to human body composition is based on the trend to increasing obesity that is currently observed, and of weight loss, sarcopenia and osteoporosis in the elderly, as well as in wasting and cachexia in chronic illnesses and various conditions, such as cancer, AIDS and chronic gastrointestinal and renal diseases. Some of the mentioned techniques require complex and costly equipments and the existence of a skilled group of investigators. In our country, investigations in this area include anthropometry, bioimpedance, X-ray absorptiometry and computerized tomography.*

**Keywords: anthropometry; bioimpedance; dual energy X-ray absorptiometry; computerized tomography; magnetic ressonance; hydrodensitometry.**

**ÁLVARO OSCAR  
CAMPANA<sup>1</sup>; SÉRGIO  
ALBERTO RUPP DE  
PAIVA<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Departamento de Clínica Médica, Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista - UNESP

**Endereço para correspondência:**

Álvaro O. Campana  
Departamento de  
Clínica Médica  
Faculdade de Medicina  
de Botucatu  
Rubião Júnior s/n,  
Botucatu, SP, Brasil  
CEP 18618-000  
Fone: (14) 3882-2969,  
Fax: (14) 3882-2238  
e-mail:  
alvaroc@fmb.unesp.br

## RESUMEN

*El interés por aspectos relacionados a la composición del cuerpo surgió a fines del siglo 19. El conocimiento inicial se basaba en la determinación de la composición química de tejidos, órganos y del cuerpo entero. Contribuciones significativas en el área fueron publicadas a mediados del siglo pasado. En los últimos 30 ó 40 años, el uso de isótopos, radioactivos o no, y de técnicas que permiten reparar imágenes de tejidos, así como la utilización de algunas propiedades físicas del cuerpo posibilitaron un gran progreso del conocimiento del organismo como un todo y sus componentes. Este trabajo aborda la composición del cuerpo en los cinco niveles de complejidad creciente: atómico, molecular, celular, tisular y corporal. Son citadas las técnicas que se utilizan en la determinación de los componentes a cada nivel. Enseguida, cada técnica es abordada, registrándose sus principios, fundamento de su uso, la técnica en sí, sus posibilidades y limitaciones. Finalizando, es evidente el marcado progreso reciente en el campo de la investigación de la composición del cuerpo. Actualmente, áreas específicas de interés incluyen estudios relacionados a la obesidad y el envejecimiento, como la osteoporosis y la sarcopenia, y las investigaciones acerca de las alteraciones en la composición del cuerpo en enfermedades crónicas y en varias enfermedades con alteraciones nutricionales, como cáncer, sida y enfermedades crónicas renales y gastrointestinales. Algunas técnicas utilizan instrumentos muy caros y son desarrolladas en centros de investigación de excelencia. En nuestro medio, las investigaciones usan técnicas como antropometría, bioimpedancia, absorciometría y tomografía computadorizada.*

**Palabras clave:** antropometría; impedancia bioeléctrica; absorciometría dual por rayos X; tomografía computadorizada; resonancia magnética; hidrodensitometría.

## RESUMO

*O interesse por aspectos relacionados com a composição do corpo surgiu em fins do século 19. De início, o conhecimento sobre o assunto baseou-se em dosagens químicas de tecidos, órgãos e do corpo inteiro. Contribuições significativas, na área, foram publicadas em meados do século passado. Nos últimos 30 ou 40 anos, o uso de isótopos, radioativos ou não, e de técnicas que permitem separar imagens de tecidos, bem como o aproveitamento de algumas propriedades físicas do corpo possibilitaram acentuado progresso dos conhecimentos relacionados com o organismo como um todo e seus componentes. O presente trabalho aborda, de início, a composição do corpo em seus cinco níveis de complexidade crescente: atômico, molecular, celular, tecidual e o corpo inteiro. São citadas as técnicas que permitem a estimativa dos vários componentes em cada nível. A seguir, cada técnica é abordada, registrando-se seus princípios, a fundamentação do seu uso, a técnica em si, suas possibilidades e limitações. Finalizando, é evidente o marcado progresso recente no campo da pesquisa em composição do corpo. Áreas específicas de interesse, na atualidade, incluem estudos relacionados com a obesidade e o envelhecimento, como a osteoporose e a sarcopenia, e as investigações sobre as perturbações da composição do corpo em doenças crônicas e em várias doenças com alterações nutricionais, como câncer, AIDS e doenças crônicas renais e gastrintestinais. Algumas técnicas envolvem equipamentos muito caros e são desenvolvidas em centros de investigação de nível de excelência. Em nosso meio, as investigações têm usado técnicas como antropometria, bioimpedância, absorciometria e tomografia computadorizada.*

**Palavras-chave:** antropometria; impedância bioeléctrica, absorciometria de raios-X de dupla energia; tomografia computadorizada; ressonância magnética; hidrodensitometria.

## INTRODUÇÃO

Estudos relacionados com a composição química do corpo tiveram início na segunda metade do século 19 e incluíam análise química de cadáveres, dosagens em tecidos, determinação da concentração de substâncias no sangue e balanço metabólico (BERGSTRÖM, 1962; CAMPANA *et al.*, 1971; FORBES, 1999; HAMBURGER e MATHÉ, 1952; MOORE, 1959). Em meados do século passado, as possibilidades de investigação na área ampliaram-se com o uso de isótopos radioativos (MOORE, 1959). Nessa época, os trabalhos de MOORE *et al.*, 1963 tornaram disponível grande número de dados relacionados à água total do corpo e seus constituintes sólidos e permitiram a proposição de definições de importantes conceitos na área da composição do corpo, como a gordura total e sólidos totais do corpo, peso do corpo desprovido de gordura e massa celular do corpo (MOORE, 1959; MOORE *et al.*, 1963).

A aplicação dos conhecimentos relativos a esta área é de interesse tanto na saúde, por exemplo, na busca da proporção mais adequada de importantes constituintes do corpo, quanto nas doenças, para determinação de desvios que possam influir desfavoravelmente no seu prognóstico.

As considerações feitas, embora resumidas, justificam a dedicação dos investigadores para esse campo de estudo. Em adição, diferenças geográficas e étnicas entre populações de países diferentes tornam impróprio o emprego de diretrizes emanadas em centros de excelência, com maior experiência e mais possibilidades técnicas e econômicas. Desta maneira, é procedente abordar-se essa temática, visando expansão de conhecimentos a ela relacionados, em nosso meio.

Investigações sobre composição do corpo implicam em considerar o organismo como constituído em dois ou mais compartimentos, dependendo do critério escolhido para caracterização do compartimento: elemento químico, estrutura anatômica ou tipo de líquido (extra ou intracelular) (HEYMSFIELD e WAKI, 1991).

**Análise compartimental** - Compartimento pode ser definido como um espaço, no organismo, que tem características que são próprias e diferentes de outros espaços; o espaço pode ser fisiológico ou bioquímico; assim, vários órgãos ou partes de órgãos podem constituir um compartimento (GREEN e GREEN, 1990).

Cerca de 50 dos 106 elementos encontrados na natureza são também encontrados no corpo humano; quatro deles O, C, H e N correspondem a 95% da massa do corpo; estes, com sete elementos adicionais - Na, Mg, K, P, Cl, Ca e S - são responsáveis por 99,5% da massa do corpo (HEYMSFIELD *et al.*, 1997). Técnicas modernas permitem, atualmente, a quantificação *in vivo* de todos esses elementos. É o caso da análise da ativação por nêutrons (HEYMSFIELD e WAKI, 1991; HEYMSFIELD *et al.*, 1997), técnica que permite visualizar o corpo como constituído de vários compartimentos, cada um representado pelo elemento medido. Desta maneira, a análise da ativação por nêutrons permite o estabelecimento de um modelo multicompartimental de composição do corpo. Trata-se de técnica dispendiosa, que exige, para manipulação, um grupo de investigadores altamente habilitados.

Outro tipo de análise compartimental é a que toma em consideração as moléculas. Os compostos químicos presentes no corpo podem ser classificados em cinco grupos principais: água, proteínas, lipídios, carboidratos e minerais (HEYMSFIELD *et al.*, 1997).

As técnicas disponíveis para avaliar componentes em nível molecular são inúmeras, algumas ligadas a equipamentos modernos e bastante dispendiosos.

Para a água total do corpo, utilizam-se técnicas de diluição de isotópos. Entretanto, existem várias fórmulas para predição da água total do corpo e, também, para os volumes de água intracelular e extracelular, obtidas por meio do uso da impedância bioelétrica, utilizando frequências de corrente elétrica múltipla (BAUMGARTNER, 1996). A impedância bioelétrica de frequência simples permite o cálculo dos volumes de água intra e extra-celular em indivíduos saudáveis e não obesos, embora com menor exatidão e maior viés que a técnica de frequência múltipla (KYLE *et al.*, 2004; PATEL *et al.*, 1994).

O glicogênio pode ser avaliado, regionalmente, pela espectroscopia, por ressonância nuclear magnética.

A gordura total do corpo pode ser medida a partir do carbono total do corpo, utilizando-se fórmula que considera gordura, proteína, glicogênio e minerais ósseos (HEYMSFIELD *et al.*, 1997). Por outro lado, a gordura do corpo pode ser avaliada pela absorciometria de raios-X de dupla energia. A massa de gordura pode, ainda, ser estimada pela técnica da pesagem sob água (pesagem hidrostática) e por sistema pletismográfico, com deslocamento de ar (GOING, 1996). Nestas técnicas, a avaliação da composição do corpo é baseada na análise da densidade de seus componentes principais. Outro procedimento para a estimativa da gordura é o da impedância bioelétrica (BAUMGARTNER, 1996). Embora deva ser utilizada fundamentalmente para estimativa de massa magra e água total do corpo, esta técnica tem sido frequentemente empregada para avaliação da gordura do corpo (KYLE *et al.*, 2004; ZHU *et al.*, 2003).

As proteínas totais do corpo podem ser medidas por ativação por nêutrons do nitrogênio do corpo.

O conteúdo de mineral ósseo tem sido avaliado pela absorciometria de raios-X de dupla energia ou, então, pela ativação do cálcio total do corpo. Quanto aos minerais dos tecidos moles, cite-se a contagem do  $^{40}\text{K}$  do corpo inteiro.

**Massa celular do corpo** - Além da análise visando elementos e moléculas, a análise compartimental pode ter, como objetivo de estudo, as células e o meio que as cerca. Neste nível, devem ser consideradas as células do organismo, banhadas pelo líquido extracelular, tendo como suporte uma estrutura de sólidos extracelulares. Os sólidos extracelulares consistem, fundamentalmente, de minerais ósseos e fibras colágenas, reticulares e elásticas. Quanto à massa celular, esta corresponde às células epiteliais, nervosas, musculares e do tecido conectivo. Aspecto particular dos adipócitos é que estas células constituem depósito de gordura, que corresponde a 85-90% do peso da célula (WANG *et al.*, 1992).

MOORE *et al.* (1963) introduziram o conceito de “massa celular do corpo” (*body cell mass*, BCM) como a porção do corpo humano metabolicamente ativa, relacionada com trabalho e energia. De acordo com esta conceituação, a massa celular do corpo inclui o protoplasma das células gordurosas, mas não inclui a gordura nelas depositadas.

Quanto às técnicas para avaliação, o componente de maior interesse é a massa celular do corpo. Esta, de acordo com o estabelecido por MOORE *et al.* (1963), pode ser avaliada pela medida do potássio total, ou permutável, do corpo (por meio da contagem do  $^{40}\text{K}$  do corpo inteiro ou por diluição de  $^{42}\text{K}$  ou  $^{43}\text{K}$ ).

O líquido extracelular pode ser medido por técnicas de diluição de isótopos. Por outro lado, não há técnicas disponíveis para a medida de sólidos extracelulares; contudo, estes podem ser estimados, indiretamente, pelo teor total de cálcio do organismo, medido pela análise por ativação por nêutrons (WANG *et al.*, 1992).

**Tecidos, órgãos e sistemas** - Células, líquido extracelular e sólidos extracelulares são organizados em tecidos, órgãos e sistemas. Neste nível, os principais componentes a considerar são: tecido adiposo, musculatura esquelética, ossos, órgãos viscerais e cérebro. Atualmente, é de interesse considerar o tecido adiposo dividido em subcutâneo e visceral e tecido adiposo da medula óssea (HEYMSFIELD *et al.*, 1997).

Neste nível de investigação, as dificuldades, no que concerne a estudos *in vivo*, são maiores. Até há pouco tempo, boa parte da informação disponível era proveniente de estudos em cadáveres. Biopsias de tecidos e de órgãos forneciam, eventualmente, dados de interesse.

Atualmente, dois métodos parecem ter trazido contribuição significativa para este tipo de estudo; trata-se da tomografia axial computadorizada e a imagem de ressonância magnética. A tomografia axial computadorizada, por exemplo, pode determinar, diretamente, o volume do tecido adiposo subcutâneo e visceral (WANG *et al.*, 1992).

Por outro lado, outras técnicas podem ser úteis, como a estimativa da massa muscular esquelética por meio da excreção de creatinina na urina, colhida durante 24 horas, ou por meio da análise do potássio total do corpo ou pela análise da ativação por nêutrons.

**Nível do corpo inteiro** - Neste nível, interessa considerar o tamanho do corpo, sua forma, suas características exteriores e algumas características físicas específicas (WANG *et al.*, 1992). Aqui, estão incluídas as seguintes medidas: estatura, comprimento de segmentos do corpo, circunferências, pregas cutâneas, área de superfície do corpo, volume do corpo, peso do corpo, índice de massa do corpo e densidade do corpo.

Estes indicadores, na sua maioria, são simples e de fácil e econômica execução. Assim, são bastante adequados para estudos em larga escala e investigações de campo.

**Técnicas utilizadas para estudo da composição do corpo** - Várias técnicas estão atualmente em uso para estudo da composição do corpo.

a) **Composição do corpo analisada por meio de pregas cutâneas** - Pregas cutâneas correspondem a uma dupla camada de pele e tecido subcutâneo; são usualmente medidas

em pontos anatômicos específicos. Grande número de estudos antropométricos utiliza as pregas tricípital, bicípital, subescapular e suprailíaca. A técnica de medida das pregas encontra-se em vários artigos de periódicos científicos (ANSELMO *et al.*, 1992; BISHOP *et al.*, 1981; FRISANCHO, 1974; FRISANCHO, 1981; GODOY *et al.*, 2000; GODOY *et al.*, 1992; PAIVA *et al.*, 1992), em monografias (FRISANCHO, 1999) e em livros textos de nutrição (HEYMSFIELD *et al.*, 1994; MAHAN e ESCOTT-STUMP, 2000; ROMBEAU *et al.*, 1989).

A espessura das pregas cutâneas constitui um dos métodos mais comumente usados para estimar o teor de gordura do corpo e a distribuição do tecido adiposo subcutâneo (ELLIS, 2001).

Métodos que se destinam a fornecer estimativas do teor de gordura do corpo muito freqüentemente, baseiam-se na premissa de que o corpo pode ser constituído de dois compartimentos distintos, cuja composição é relativamente constante: a gordura do corpo (massa de gordura do corpo, representada, aqui, por MG) e a massa desprovida de gordura (massa sem gordura, MSG) (DAVIES, 1994; DURNIN e WOMERSLEY, 1974). Desta maneira tem-se: Peso do corpo = MG + MSG.

DURNIN e WOMERSLEY (1974) mostraram que existe associação entre pregas cutâneas e a densidade do corpo, medida por pesagem hidrostática, técnica considerada por diversos autores como padrão ouro para avaliação da composição do corpo fracionado em dois compartimentos. A regressão obtida é linear quando se procede à transformação logarítmica da soma de quatro pregas (bicípital, tricípital, subescapular e suprailíaca). Em um primeiro passo, calcula-se a densidade do corpo (D) a partir do valor do somatório ( $\Sigma$ ) de quatro pregas. Para isso, utilizam-se fórmulas específicas para sexo e idade (HEYMSFIELD *et al.*, 1994). A seguir, utilizando a equação de Siri, calcula-se a porcentagem de gordura, a partir da densidade do corpo (DURNIN e WOMERSLEY, 1974): %Gordura = [(4,95/Densidade corporal)-4,5] x 100.

Entretanto, à medida que o conteúdo de gordura do corpo aumenta, a equação de Siri fornece resultados de porcentagem de gordura mais altos que os derivados da equação de Brozek (BROZEK *et al.*, 1963; LOHMAN, 1981; YAO *et al.*, 2002). Desta maneira, em indivíduos que apresentam alto teor de gordura no corpo, é aconselhado utilizar-se a fórmula de BROZEK para cálculo da porcentagem da gordura do corpo (YAO *et al.*, 2002): %Gordura = [(4,57/Densidade corporal)-4,142] x 100.

Paralelamente ao exposto, numerosas equações para predição do teor de gordura do corpo foram desenvolvidas a partir dos valores das pregas cutâneas (WANG *et al.*, 1992).

Note-se que as equações preditivas que estabelecem relação entre pregas cutâneas e teor total de gordura do corpo, partem da premissa de que a relação entre a gordura interna e a gordura do tecido subcutâneo, seja constante para qualquer nível de teor de gordura, o que pode não ser correto (DAVIES, 1994). Esta relação exhibe variação quando se consideram fatores como: sexo, idade, etnia, nível de prática de exercício físico e o próprio grau de obesidade (DURNIN e WOMERSLEY, 1974).

A variação da proporção de gordura situada no subcutâneo, em relação à visceral, tem sido apresentada como explicação para o fato de as equações preditivas, para estimação da gordura total do corpo, não serem aplicáveis indiscriminadamente (DAVIES, 1994). De fato, as equações de predição, envolvendo pregas cutâneas, têm sido consideradas específicas, isto é, válidas para a população específica estudada (JACKSON e POLLOCK, 1978; NORGAN e FERRO-LUZZI, 1985).

Por outro lado, a precisão dos dados obtidos pela medida das pregas cutâneas apresenta alta variabilidade e, quanto à acurácia da técnica aplicada para a estimativa do teor de gordura do corpo de indivíduos, esta tem sido questionada há muitos anos (ELLIS, 2001).

Entretanto, foi observado em pacientes desnutridos, com anorexia nervosa, com baixo conteúdo de gordura no corpo, que a medida simples de pregas cutâneas foi tão útil quanto medidas mais sofisticadas para a avaliação da composição do corpo (PROBST *et al.*, 2001). Na mesma linha, mais recentemente, YAO *et al.* (YAO *et al.*, 2002) verificaram, em indivíduos adultos, existir uma boa concordância entre as porcentagens de gordura corporal, calculadas pelas pregas cutâneas e pela técnica de diluição com H<sub>2</sub><sup>18</sup>O. Os autores concluíram que as pregas cutâneas podem fornecer valores confiáveis e exatos da gordura corporal, desde que medidas por pessoa treinada e que sejam utilizadas equações de predição apropriadas.

Finalizando, as vantagens desta técnica residem no seu baixo custo e no fato de não utilizar aparelhos grandes e complexos. Desta maneira, trata-se de técnica adequada para estudos populacionais e de campo.

Entretanto, é preciso considerar que os resultados desta técnica são afetados por alguns tipos de erros de medida. Para que estes sejam minimizados, os seguintes aspectos devem ser bem definidos: padronização da técnica da medida das pregas cutâneas, tipo do adipômetro utilizado e calibração do aparelho, treinamento do pessoal envolvido na medida das pregas e fatores ligados ao próprio indivíduo analisado. Assim, existem descrições detalhadas para identificação e medida das pregas cutâneas (LOHMAN, 1988). Quanto aos adipômetros, há instrumentos de alta qualidade, como os adipômetros “Harpenden” e “Lange”, cuja exatidão deve ser checada periodicamente. Adicionalmente, uma fonte de erros em medidas de pregas cutâneas é a variabilidade existente entre examinadores; este erro pode ser diminuído se os avaliadores forem submetidos a treinamento que inclui escolha do local apropriado da prega e medidas repetidas de pregas. A variabilidade das medidas de pregas cutâneas, entre indivíduos, pode depender da diferença da quantidade de gordura subcutânea local, mas, também, da espessura da pele e da compressibilidade maior ou menor da pele e do tecido subcutâneo. O estado de hidratação geral, traduzido por acúmulo de líquido no corpo, pode afetar a medida das pregas cutâneas (ABRAHAMSEN *et al.*, 1996). Em obesos, a variabilidade pode depender do fato de a espessura das pregas exceder a abertura máxima do adipômetro (HEYWARD e STOLARCZYK, 2000).

b) **Composição do corpo por meio da impedância bioelétrica** (FOSTER e LUKASKI, 1996; LUKASKI, 1996a; NITACS, 1996). O procedimento básico desta técnica consiste em fazer passar pelo corpo uma corrente elétrica alternada de intensidade pequena, cerca de 800 $\mu$ A, com frequência  $\geq$ 10kHz, usualmente de 50kHz (NITACS, 1996). Quatro eletrodos são utilizados, dois para introduzir a corrente (eletrodos transmissores) e dois para detectar as voltagens geradas (eletrodos receptores).

A corrente elétrica flui através de todo material condutor existente no corpo, ao longo do caminho entre eletrodos transmissores e receptores. Os principais condutores são representados pelos líquidos fisiológicos que contêm íons eletricamente carregados, como sódio e potássio. A condutividade do sangue e urina é alta, a dos músculos é intermediária e a de gordura, osso e ar é baixa.

O atributo medido pela técnica em discussão é a voltagem; especificamente, queda da voltagem. A medida é normalmente expressa como uma relação, que é a relação voltagem/intensidade (isto é, V/I), que é chamada de *impedância*. Por esta razão, o equipamento utilizado para as medidas é chamado de *analisador da impedância bioelétrica*.

Ao passar pelos condutores, a corrente sofre certo grau de oposição. À oposição do condutor ao fluxo da corrente elétrica alternada dá-se o nome de impedância (Z); a impedância tem dois componentes: a resistência (R) e a reatância (Xc). A resistência corresponde à oposição do condutor - os líquidos fisiológicos - ao fluxo da corrente elétrica; a reatância é associada a vários tipos de polarização que se estabelece nas membranas celulares e nas interfaces dos tecidos. No organismo humano, a resistência chega a 250Ohms e a reatância é menor, correspondendo a cerca de 10% desse valor; assim, o valor da impedância é bastante similar ao da resistência.

Aplicando-se a teoria básica dos condutores às observações resultantes do emprego desta técnica em seres humanos, pode-se escrever:

$$\text{Volume} = \text{estatura}^2 / \text{impedância}$$

Na fórmula acima, há que se estabelecer o que se deve entender por *volume*. Seria conveniente aceitar-se que a estimativa elétrica do condutor seria igual ao volume medido do condutor biológico: por exemplo, do volume do líquido extracelular ou do volume da água total do corpo. Entretanto, na realidade, a medida da impedância não dá informação direta sobre comprimento, áreas ou volume dos segmentos do corpo pelos quais passa a corrente elétrica. As relações entre impedância e variáveis como água total do corpo, massa livre de gordura ou massa de gordura, foram verificadas a partir da busca de correlações estatísticas entre os valores da impedância e os valores dessas variáveis, estabelecidos por meio de técnicas de referência em amostras populacionais específicas. Assim, no caso da água total do corpo, os valores da impedância devem ser correlacionados com valores da água total do corpo obtidos por técnicas de diluição isotópica, utilizando-se

deutério ou trício. Assumindo-se, a seguir, que o teor de água na massa livre de gordura (MLG) é de 73,2%, pode-se calcular o valor de massa de gordura do corpo (MG) e, então, a porcentagem de gordura do corpo.

Desta maneira, a impedância bioelétrica dá estimativas relacionadas às seguintes variáveis quanto à composição do corpo, esta entendida como constituída por dois compartimentos: volume da água total do corpo, massa livre de gordura e, indiretamente, a massa de gordura.

Devido ao custo relativamente baixo do equipamento, ao fato de ser transportável e de fácil manipulação, a impedância tem potencial importante como técnica de campo para estimativa da composição do corpo. A principal vantagem da impedância, quando comparada ao somatório das pregas cutâneas, é a capacidade de mensuração da água corporal e de apresentar menor erro intra e interobservador. Por outro lado, a principal limitação da técnica é a alteração do estado de hidratação do indivíduo; no caso de hiperhidratação, o valor da massa magra é superestimado (KAMIMURA *et al.*, 2004).

Os valores da massa sem gordura do corpo (MSG) e da massa de gordura (MG) podem ser determinados pelo uso das equações fornecidas pelo fabricante (CORCORAN *et al.*, 2000); contudo, existem numerosas fórmulas, publicadas, que foram validadas pelo uso de técnicas de referência, tanto para água total do corpo, quanto para MSG e MG (ELLIS, 2000; HOUTKOOPE *et al.*, 1996; KYLE *et al.*, 2004; PICHARD *et al.*, 1997). Nesse contexto, verificou-se que o índice estatura ao quadrado relacionada à resistência ( $H^2/R$ ) geralmente foi o melhor preditor da composição do corpo.

Na obesidade acentuada, grande parte da massa gordurosa situa-se no tronco. O tronco contribui pouco para a impedância total do corpo. Nestas condições, os dados obtidos podem levar à hiperestimativa do teor de gordura corporal (USDHHS, 1994).

Os resultados levam a interpretações incorretas nos casos de assimetria do corpo, como em amputados, hemiplégicos e em condições neuromusculares com alteração local da perfusão ou com atrofia de tecidos (USDHHS, 1994).

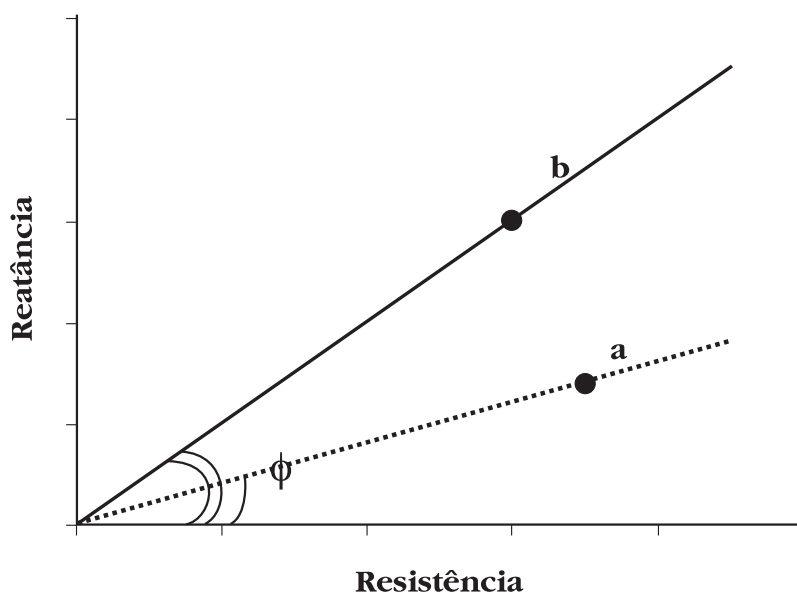
Em doenças, podem ocorrer alterações da composição do corpo que tornam inaplicáveis as equações de predição (que são derivadas de adultos saudáveis com peso normal) (KOTLER *et al.*, 1996).

Os campos elétricos induzidos no corpo pela passagem da corrente elétrica estão muito abaixo dos limites de susceptibilidade de equipamentos como marcapassos e desfibriladores implantados; contudo, é prudente evitar a utilização desta técnica em indivíduos que portam tais aparelhos.

***Modelos utilizando frequência múltipla de corrente elétrica e análise com espectroscopia (“multi-frequency bioelectrical impedance spectroscopy - BIS”)*** - quando a frequência da corrente elétrica introduzida é baixa, a impedância das membranas celulares e da interface dos tecidos é muito alta, o que impede que a corrente penetre nas

células; nesse caso, a corrente transita pelo líquido e eletrólitos que banham as células e pelo espaço vascular.

Usando o eixo x para registro da resistência e o eixo y para a reatância, na Figura 1, tem-se o ponto **a**, indicando alta resistência e muito baixa reatância. Quando o sinal de frequência é aumentado, o ponto desloca-se para cima e para a esquerda: a resistência diminui e a corrente penetra nas membranas celulares, o que causa aumento da reatância (ver ponto **b**). Unindo-se por retas os pontos **a** e **b** ao ponto **zero**, observam-se dois ângulos, os chamados “*ângulos de fase*” (LUKASKI, 1996a): o ângulo determinado pelo ponto **a** é menor que o determinado pelo ponto **b**.



**Figura 1** Diagrama da derivação gráfica do ângulo de fase; sua relação com resistência e reatância. **a**: ponto de alta resistência e baixa reatância; **b**: ponto de menor resistência e maior reatância.  $\phi$ : ângulo de fase

O conhecimento desses fatos levou à suposição de que correntes elétricas de baixa frequência poderiam dar estimativas do volume de líquido extracelular e as de alta frequência, do volume de água total do corpo (LUKASKI, 1996a). Em homens saudáveis, por exemplo, observaram-se coeficientes de correlação altos e significantes entre valores de variáveis medidas, por essa técnica, e o volume do líquido extracelular, quando do uso de corrente elétrica de 5kHz e entre aqueles valores e o volume de água total do corpo, com corrente elétrica de 100kHz (SEGAL, 1994).

Esses achados impulsionaram a criação de modelos de impedância que operam com frequência múltipla, o que permitiu a estimativa dos volumes de água extracelular e

intracelular, da água total e da massa celular do corpo. Outra alternativa metodológica é a produção de uma larga faixa de frequências, de poucos kHz a 1Mhz, pela aplicação de uma corrente elétrica alternada; este processo corresponde à impedância bioelétrica por espectroscopia (bioelectrical impedance spectroscopy - BIS) (LUKASKI, 1996a; SARDINHA *et al.*, 1998).

As relações geométricas entre impedância, resistência e reatância introduziram o uso da variável “*ângulo de fase*” mencionado acima (LUKASKI, 1996a). O ângulo de fase indica a relação entre dois componentes vetoriais: a resistência e a reatância e, fisiologicamente, indica a distribuição de água entre os espaços intracelular e extracelular. Em adultos sadios, o ângulo de fase, na frequência de 50kHz, situa-se na faixa de 8° a 15° (ELLIS, 2000). Em casos de diminuição da água intracelular, com comprometimento da massa celular, os valores do ângulo de fase podem ser mais baixos (SHAH *et al.*, 2001).

**c) Composição do corpo por meio de absorciometria de raios-X de dupla energia (HEYMSFIELD *et al.*, 1997) (DXA)** - Esta técnica consiste na utilização de uma fonte de raios-X e na passagem dos raios-X através de filtro de terra rara (cério ou samário), com o que são obtidos fótons com dois níveis de energia (40 e 70keV). O feixe de fótons é dirigido para um tecido, ocorrendo interações atômicas entre os fótons e os elementos constituintes dos tecidos. As interações atenuam o feixe de fótons, do que resulta fluxo reduzido de fótons, que é medido em detector.

A atenuação dos raios-X é relacionada, principalmente, ao tipo e à proporção dos elementos presentes nos tecidos examinados e à energia dos fótons (HEYMSFIELD *et al.*, 1997). Elementos de números atômicos baixos (hidrogênio, carbono) atenuam pouco, ao passo que elementos de número atômicos altos (cálcio, fósforo) atenuam fortemente o feixe de fótons. Por outro lado, quanto maior a energia dos fótons, menor é a atenuação. A atenuação relacionada aos dois níveis de energia (40 e 70keV) é representada pelo valor R. No caso de uma área em que há predomínio de gordura, o valor de R é menor, porque a gordura tem quantidade relativamente maior de carbono. O tecido mole magro tem R maior, pela presença relativamente alta de oxigênio, nitrogênio, eletrólitos e minerais. Finalmente, minerais ósseos têm valor alto de R, devido à presença de cálcio e fósforo. Desta maneira, em função da atenuação do feixe de raios-X, podem-se distinguir o tipo e a quantidade dos tecidos que são analisados. Especificamente, a técnica permite distinguir o tecido magro, lípidos e minerais ósseos. Do ponto de vista prático, obtêm-se dados relativos: 1) à massa livre de minerais e de gordura (MLMG), em gramas; 2) à gordura total (MG), em gramas e 3) ao mineral ósseo (total [MOT], em gramas e densidade, em gramas/cm<sup>2</sup>). A técnica em pauta, portanto, permite a divisão do corpo em três compartimentos.

No tocante ao controle de qualidade, a precisão e a acurácia dos resultados desta técnica, quanto ao teor e à densidade mineral óssea e quanto ao tecido magro sem gordura, podem ser consideradas excelentes (HILDRETH *et al.*, 1997; LUKASKI, 1993). DXA permite obter-se informação sobre a distribuição regional de massa magra, massa de gordura e de mineral ósseo, pela análise das estimativas especificamente associadas aos

membros (em conjunto ou, separadamente, superiores e inferiores) e tronco (GRINSPON *et al.*, 2001; HUNTER *et al.*, 2001; MCDERMOTT *et al.*, 2001; SUN *et al.*, 2001). Embora o preço do equipamento seja relativamente alto, representam grandes vantagens da técnica o nível bastante baixo de radiação a que o paciente é submetido e a determinação direta da composição dos ossos e do tecido mole. Quanto às desvantagens da técnica, citem-se a necessidade de técnico especializado para realização do exame e a incapacidade de medir a água corporal.

d) **Interactância do infravermelho próximo** - Esta técnica baseia-se na absorção e reflexão do raio infravermelho para avaliar, indiretamente, o teor de gordura e água do corpo. O aparelho é portátil, e provido de sensor, que é aplicado sobre o bíceps, para a emissão de luz. A luz penetra nos tecidos e é refletida, pelo osso, a detector. A absorção da luz, em níveis diferentes para gordura e para tecido rico em água, permite a quantificação da gordura e, conseqüentemente, da massa magra.

Uma desvantagem do método é o fato de fornecer dados a partir do exame de apenas um ponto do corpo. Na comparação com outras técnicas, notou-se que a interactância tende a subestimar a gordura do corpo, principalmente em obesos e a superestimá-la, em indivíduos magros; quanto à massa magra, em um estudo, esta técnica forneceu resultados cujos valores foram maiores do que os obtidos com a medida do potássio total do corpo (LO *et al.*, 1994). Em nosso meio, em pacientes renais crônicos em hemodiálise, os resultados obtidos pela interactância também evidenciaram subestimação da gordura corporal, quando comparados aos fornecidos pela impedância bioelétrica e pelo método das pregas cutâneas (KAMIMURA *et al.*, 2003).

e) **Tomografia computadorizada** - A técnica tomográfica utiliza feixe de raios-X que é passado através do corpo, sendo a radiação transmitida para detectores posicionados no lado oposto do indivíduo examinado.

A imagem obtida, por esta técnica, é representada por um mapa bidimensional, correspondendo à secção transversal da área varrida pelos raios-X (GOODPASTER, 2002). Existe uma associação entre as propriedades físicas e químicas do tecido, incluindo sua densidade, e a intensidade da cor cinza da imagem obtida (GOODPASTER, 2002). Tecidos que têm densidades baixas (por exemplo, o tecido adiposo é menos denso que a água), provocam menor atenuação da imagem: a eles correspondem valores de atenuação menores. No caso do tecido adiposo, os valores de atenuação oscilam em faixa intermediária. O músculo é mais denso que a água, de maneira que a atenuação dos raios-X que provoca é maior. Tecidos de densidades diferentes darão imagens diferentes e isto permite que a tomografia possa separar gordura, músculo, víscera e osso (ELLIS, 2000).

Tendo sido previamente mostrado que a área de gordura visceral do abdome, obtida por um único corte, é altamente correlacionada com a gordura visceral total do abdome, tem sido utilizada a aplicação de um único corte de 5mm, ao nível da 4ª. ou 5ª. vértebra lombar, para estudo da gordura abdominal (HUNTER *et al.*, 2001). Delineando a

margem externa da parede muscular do abdome por meio de um cursor, pode-se obter o valor correspondente ao tecido adiposo intra-abdominal. Subtraindo-se este valor do valor da gordura abdominal, obtém-se a estimativa numérica do tecido adiposo subcutâneo abdominal. Assim, por meio da tomografia, estimam-se, no abdome: o tecido adiposo subcutâneo e o tecido adiposo intra-abdominal e sua soma, que corresponde ao tecido adiposo total do abdomen (HUNTER *et al.*, 2001).

Paralelamente, na coxa, um corte de 10mm, no ponto médio entre a crista ilíaca anterosuperior e a patela, permite a estimativa do tecido adiposo subcutâneo, do tecido adiposo subfascial e do tecido adiposo intermuscular e sua soma, correspondente ao tecido adiposo da coxa (GOODPASTER *et al.*, 2000).

Ao lado da estimativa da gordura em locais específicos e de sua distribuição regional, a tomografia pode ser utilizada para reconstrução da massa total do corpo e de órgãos. Então, os cortes são feitos ao longo do corpo, com intervalos de 10cm. Os dados indicam que estimativas dessa natureza têm acurácia (erro<1%) e precisão (erro<1%) excelentes (ELLIS, 2000).

No caso da massa magra, a tomografia pode separar músculo esquelético (JORDÃO JR *et al.*, 1996), vísceras e órgãos maciços. No caso do osso, separa seus componentes cortical ou trabecular (ELLIS, 2000).

Problemas desta técnica referem-se ao preço alto do aparelho e, ao fato de que pacientes com claustrofobia ou muito obesos não poderem ser submetidos a esse exame.

f) **Ressonância magnética** - A ressonância magnética, como a tomografia computadorizada e a absorptometria, permite a visualização direta e a estimativa de variáveis relacionadas à composição corporal, como o tecido gorduroso, o mineral ósseo e músculos (LUKASKI, 1996b).

A técnica da ressonância magnética fundamenta-se no mapeamento da intensidade do sinal que ocorre quando núcleos - principalmente de hidrogênio - em consequência de uma alteração do campo magnético, perdem seu alinhamento e liberam a energia retida. Este processo, denominado relaxamento nuclear, ocorre em tempos diferentes; o tempo de relaxamento dos prótons na gordura é muito mais curto do que o dos prótons na água (ELLIS, 2000). A distinção entre o tecido adiposo e o tecido magro pode ser baseada nas características da cor cinza da imagem correspondente a cada pixel ou por um filtro que identifica os limites dos tecidos (LEE *et al.*, 2000). Esta diferença é a que permite estabelecer o contraste, na imagem, entre o tecido gorduroso e o tecido muscular (que contém alto teor de água). Os dados coletados são transformados em imagens de alta resolução, o que permite a quantificação corporal total ou a composição corporal regional. A área, em cada imagem, é computada automaticamente, em cm<sup>2</sup>. O volume, em cm<sup>3</sup>, de cada tecido, em cada corte, é calculado, multiplicando-se a área do tecido pela espessura do corte, que é de 1,0cm. Calcula-se, então, o volume do tecido em litros, sendo este valor

convertido em unidade de massa-kg- multiplicando o volume pela densidade que, no caso do músculo esquelético, por exemplo, é 1,04kg/litro (LEE *et al.*, 2000).

Para estudo do corpo inteiro, o indivíduo permanece deitado e inicia-se o exame a partir do espaço intervertebral entre a 4<sup>a</sup>. e a 5<sup>a</sup>. vértebra lombar. A partir daí, são obtidas imagens transversas (de 10mm de espessura) a cada 40mm, da mão até o pé, do que resultam em torno de 40 imagens para cada indivíduo. O tempo de exame é de cerca de 25 minutos (LEE *et al.*, 2000).

A técnica pode ser aplicada para estimativa do volume (em cm<sup>3</sup>) de músculos e do tecido subcutâneo correspondente. No caso do gastrocnêmio medial, por exemplo, 18 cortes podem ser feitos, com espessura de 10mm para cada corte; os resultados incluem os volumes do gastrocnêmio e do tecido subcutâneo da perna (BOUDEL-MARCHASSON *et al.*, 2001).

Imagens transversais do abdomen permitem a distinção, em nível regional, entre o tecido adiposo subcutâneo e o visceral (ELLIS, 2000). A monitoração das alterações do tecido adiposo visceral e do tecido adiposo subcutâneo é de grande interesse na atualidade, principalmente, tendo em vista o problema do risco aumentado do acréscimo de gordura abdominal, associado a determinadas condições clínicas (ELLIS, 2000).

São válidas, para a ressonância, algumas ressalvas, semelhantemente ao que foi referido no caso da tomografia computadorizada.

g) **Hidrodensitometria** (ELLIS, 2000; ELLIS, 2001) - Esta técnica foi desenvolvida no final da década de 40 do século passado. É fundamentada na premissa de que o corpo humano consiste de dois componentes químicos, a gordura e a massa magra, cada um com densidade conhecida e constante. O objetivo da técnica é a determinação da densidade do corpo, o que implica na completa submersão do indivíduo na água. O volume de água deslocado e/ou o peso do indivíduo aferido sob a água, combinados com o peso do corpo previamente verificado, são utilizados para a determinação da densidade do corpo. A partir deste valor, calcula-se, por equação, a porcentagem de gordura do corpo e, então, o teor total de gordura e a massa magra do corpo.

A técnica inclui a medida do volume de ar residual do pulmão, que pode ser determinado pela diluição do oxigênio com um sistema espirométrico de circuito fechado. Mesmo com este cuidado, existe um erro de cerca de 1% na aferição dos resultados. Se o volume residual não for medido, existe um acréscimo de erro de 3 a 4% na estimativa da porcentagem de gordura do corpo.

As limitações desta técnica incluem: 1) aceitar as premissas da constância da densidade da gordura e, principalmente, da massa magra do corpo; 2) a exigência de submersão sob água, que impossibilita o uso da técnica em crianças, idosos e doentes.

h) **Pletismografia** (FIELDS *et al.*, 2002) - A pletismografia com deslocamento de ar foi desenvolvida para medir o volume do corpo sem que seja necessário recorrer à submersão da pessoa examinada. O aparelho consiste de duas câmaras: a câmara para medida, onde a pessoa fica sentada e, contígua, a câmara de referência. Entre as duas câmaras, há um diafragma, controlado eletronicamente. O diafragma produz alterações de volume e flutuação de pressão em ambas as câmaras. As flutuações de pressão são utilizadas para a avaliação do volume do corpo do indivíduo examinado. O teste inclui quatro etapas: 1) estima-se, em primeiro lugar, o volume da câmara vazia; 2) introduz-se um cilindro de 50 litros, para verificação da relação entre um dado volume e a amplitude da variação da pressão em ambas as câmaras; 3) então, o indivíduo que será testado entra na câmara, usando roupa especial para natação; o volume do corpo é determinado; 4) finalmente, o indivíduo é conectado a um circuito de respiração, localizado na câmara posterior; os volumes respiratórios são medidos, com determinação do volume de ar respiratório residual. O volume final do corpo é baseado no volume inicial do corpo, corrigido pelos valores correspondentes às alterações produzidas pelo efeito térmico do ar em torno da superfície da pele e pelos valores do volume de gás dos pulmões. A partir do peso e do volume corrigido do corpo, é calculada a densidade do corpo (FIELDS *et al.*, 2002).

A vantagem desta técnica consiste no fato de não haver necessidade da submersão em água; entretanto, o método tem limitações similares à da hidrodensitometria.

i) **Condutividade elétrica total do corpo** (ELLIS, 2000)- Por esta técnica, mede-se a condutividade total do corpo (*total body electrical conductivity - TOBEC*). A pessoa examinada é colocada em um tubo em que é gerado um campo eletromagnético. Com isso, são induzidas correntes elétricas que transitam pelos tecidos condutores do corpo. O procedimento resulta em alteração do campo eletromagnético e absorção, pelo corpo, de pequena quantidade de energia, que é dissipada como calor. O volume do corpo é calculado a partir da energia liberada, considerando-se o comprimento da pessoa examinada. Desta maneira, a técnica tem, como finalidade, a medida do volume da água total do corpo, o que permite, indiretamente, estimarem-se o teor e a porcentagem de gordura e a massa sem gordura do corpo (BARDEN *et al.*, 2002).

j) **Técnicas de diluição** - *Estimativa do valor da água total do corpo* - As técnicas de diluição consistem na administração, por boca ou pela veia, de quantidade conhecida de um traçador, que vai diluir-se no compartimento a que ele tem acesso. O traçador adequado é uma substância que se distribui homoganeamente no compartimento de interesse e, durante o período do teste, não é metabolizado. Decorrido o tempo de equilíbrio, colhe-se amostra de sangue, urina ou saliva, material em que é determinada a concentração do traçador. O valor do volume do compartimento a ser estudado é calculado por equação que se baseia: 1) na dose do traçador; 2) na quantidade excretada durante o período de equilíbrio; 3) na concentração do traçador na amostra coletada após o tempo de equilíbrio e 4) no tempo zero, antes da introdução do traçador (ELLIS, 2000).

Em adultos sadios e adolescentes, o teor de água da massa sem gordura é relativamente constante: 0,732L por kg (WANG *et al.*, 1999). Desta maneira, a medida da água total do corpo fornece, indiretamente, uma estimativa da massa sem gordura. Atualmente, a medida da água total do corpo é baseada nos isótopos estáveis deutério ( $^2\text{H}$ ) e oxigênio-18 ( $^{18}\text{O}$ ), segundo os princípios da técnica de diluição. Em ambos os casos, a análise é realizada pela espectroscopia de massa (ELLIS, 2000).

Quanto ao líquido extracelular, o traçador mais comumente empregado é o Br não radioativo, sendo as amostras (de plasma) analisadas pela cromatografia líquida de alta eficiência (ELLIS, 2000).

Para estimativa do volume de líquido intracelular, atualmente têm sido usadas as duas técnicas anteriores, sendo o valor da água intracelular obtido pela diferença entre a água total do corpo e a água extracelular (ELLIS, 2000).

k) **Determinação do potássio total do corpo** (ELLIS, 2000)- O  $^{40}\text{K}$  representa um pequena porcentagem do potássio natural e emite radiação  $\gamma$  de alta energia. A radiação existente no corpo é de nível que permite a contagem externa. Detectores de raios  $\gamma$  são utilizados para obter medidas bastante exatas do teor de  $^{40}\text{K}$  no homem. Para este procedimento, utilizam-se contadores corporais totais.

O teor de potássio total do corpo foi, de início, utilizado como um marcador para a massa celular (MOORE *et al.*, 1963) e, também, para estimativa da massa sem gordura do corpo. Valores das estimativas de potássio total do corpo para a massa sem gordura, em mEq/kg, oscilam entre 52,0 a 64,0 no caso de mulheres e entre 60,0 e 67,8 para homens (ELLIS, 2000).

l) **Análise de ativação por nêutrons** (ELLIS, 2000)- Esta metodologia trouxe importante contribuição para estudos da composição do corpo, porque ela permite a análise direta de praticamente todos os elementos do corpo humano *in vivo*. Baseia-se no fato de que, quando os átomos são expostos a nêutrons, eles passam a liberar o excesso de energia sob a forma de radiação  $\gamma$ , que pode ser detectada usando um aparelho de monitoração equivalente àquele usado para a contagem do  $^{40}\text{K}$  (ELLIS, 2000). Os elementos mais freqüentemente medidos são o cálcio e o nitrogênio total do corpo (ELLIS, 2000).

O nitrogênio pode ser utilizado para calcular a proteína corporal total; o cálcio, o sódio, o cloro e o fósforo podem ser utilizados para cálculo da massa mineral óssea e o volume do líquido extracelular. O carbono, por sua vez, é útil em modelo para estimativa da gordura total do corpo. Uma técnica utilizada para medir a gordura do corpo a partir do carbono é a dispersão inelástica por nêutrons (*neutron-inelastic-scattering method*). Nesta técnica, nêutrons, necessários para a irradiação do carbono, são produzidos por um gerador de nêutrons. Os nêutrons, por sua vez, levam à produção de raios gama a partir da dispersão de nêutrons dos núcleos de  $^{12}\text{C}$  do corpo da pessoa examinada (KEHAHYIAS *et al.*, 1997).

A aparelhagem envolvida é representada por instrumentos de alta complexidade técnica e bastante onerosos. Problema associado importante é a exposição à radiação.

m) **Metabólitos urinários** (HEETDERKS-COX, 1997) - Dois metabólitos urinários, a creatinina e a 3-metil-histidina têm sido utilizados para estimar a musculatura esquelética e a massa magra. Isto se baseia no fato de que ambos os metabólitos são produtos finais do metabolismo muscular esquelético. A creatina, distribuída principalmente nas células musculares, é convertida em creatinina e é excretada inalterada na urina. A 3-metil-histidina é produto final catabólico da destruição da actinmiosina. Verificou-se existir boa correlação entre a excreção urinária de ambas as substâncias, em 24 horas, e a massa muscular esquelética.

O índice creatinina-altura (*creatinine height index*: CHI) estima a massa muscular por comparação do valor encontrado, com aquele normal para a mesma altura, idade e sexo, expresso em porcentagem. Resultado de 100% indica massa muscular normal; resultados menores que 80% indicam depleção da musculatura esquelética e de 60% ou menos, depleção muscular grave. Há requisitos para que a interpretação do exame seja válida. Assim: 1) é preciso que se tenha certeza de que toda a urina foi coletada no período de 24 horas; 2) levar em consideração que a ingestão de alimentos que contêm carne aumentam a excreção urinária de creatinina; 3) que o indivíduo não esteja em uma fase catabólica, situação em que pode haver degradação protéica muscular; 4) que a função renal seja normal. Note-se que a excreção da creatinina decresce com a idade, podendo em idosos fornecer valores de interpretação sujeita a erros.

Considerações semelhantes podem ser feitas quanto à 3-metil-histidina. Há também críticas relacionadas ao fato de existirem outras fontes de 3-metil-histidina, que não o músculo esquelético. Resultados obtidos em situações de inanição, em traumatismos, queimaduras e estresse também levam à interpretação não inteiramente confiável.

## COMENTÁRIOS FINAIS

Esta revisão trata, de maneira sumária, de aspectos teóricos relacionados com o estudo dos compartimentos constituintes do corpo humano e, especialmente, das técnicas utilizadas para sua análise.

HEYMSFIELD *et al.* (1997) dividiram as técnicas para análise da composição do corpo em dois grupos: de um lado, há técnicas cujos dados específicos têm de ser calibrados com dados da mesma natureza, obtidos por técnicas adequadas para sua obtenção. Um exemplo corresponde aos volumes de água total do corpo estimados pela impedância, correlacionados com os resultados da água total do corpo, obtidos por técnica de diluição de isótopos (USDHHS, 1994).

O segundo grupo é constituído pelas melhores técnicas disponíveis para feitura de determinada mensuração; são denominadas técnicas de referência ou padrão ouro. Exemplos são a análise por ativação por nêutrons e a pesagem sob água (hidrostática). A absorciometria de raios-X de dupla energia é freqüentemente citada como técnica de referência para uso em seres humanos e em trabalhos experimentais em animais (ELOWSSON *et al.*, 1998; HEYMSFIELD *et al.*, 1997; PICAUD *et al.*, 1996).

Em nosso meio, os trabalhos desenvolvidos na área da composição do corpo abordam estudos que empregam, mais freqüentemente, a medida das pregas cutâneas e a impedância bioelétrica e, mais raramente, técnicas como absorptometria de raios-X de dupla energia e a tomografia computadorizada. O somatório de pregas cutâneas fornece indicação bastante confiável da gordura do corpo em indivíduos que não apresentam obesidade pronunciada. Importante característica da impedância bioelétrica é sua capacidade de estimar a água total do corpo e, então, a massa magra, quando não há perturbação da hidratação. Quanto à absorptometria, trata-se de técnica que permite obter resultados confiáveis de massa magra, da gordura corporal e do teor de mineral ósseo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS/REFERENCES

- ABRAHAMSEN, B.; HANSEN, T.B.; HOGSBERG, I.M.; PEDERSEN, F.B.; BECK-NIELSEN, H. Impact of hemodialysis on dual X-ray absorptiometry, bioelectrical impedance measurements, and anthropometry. *Am. J. Clin. Nutr.* v.63, n.1, p.80-86, 1996.
- ANSELMO, M.A.C.; BURINI, R.C.; ANGELELI, A.Y.O.; MOTTA, N.G.S.; CAMPANA, A.O. Avaliação do estado nutricional de indivíduos adultos saudáveis de classe média. Ingestão energética e protéica, antropometria, exames bioquímicos do sangue e testes de imunocompetência. *Rev. Saúde Públ.*, São Paulo. v.26, n.1, p.46-53, 1992.
- BARDEN, E.M.; KAWCHAK, D.A.; OHENE-FREMONG, K.; STALLINGS, V.A.; ZEMEL, B. Body composition in children with sickle cell disease. *Am. J. Clin. Nutr.* v.76, p.218-225, 2002.
- BAUMGARTNER, R.N. In A.F. Roche, S.B. Heymsfield, & T.G. Lohman, Eds. *Human Body Composition Human Kinetics*, Champaign, IL. 1996, p 79-107.
- BERGSTRÖM, J. Muscle electrolytes in man. Determined by neutron activation analysis on needle biopsy specimens. A study on normal subjects, kidney patients, and patients with chronic diarrhoea. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* v. 14, Suppl. 68, p.1-100, 1962.
- BISHOP, C.W.; BOWEN, P.E.; RITCHEY, S.J. Norms for nutritional assessment of American adults by upper arm anthropometry. *Am. J. Clin. Nutr.* v.34, n.11, p.2530-2539, 1981.
- BOUDEL-MARCHASSON, I.; JOSEPH, P.A.; DEHAIL, P.; BIRAN, M.; FAUX, P.; RAINFRAY, M.; EMERIAN, J.P.; CANIONI, P.; THIANDIÈRE, E. Functional and metabolic early changes in calf muscle occurring during nutritional repletion in malnourished elderly patients. *Am. J. Clin. Nutr.* v.73, n.4, p.832-838, 2001.
- BROZEK, J.; GRANDE, F.; ANDERSON, J.T.; KEYS, A. Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* v.110, n. Sep 26, p.113-140, 1963.
- CAMPANA, A.O.; ANDRADE, D.R.; GAZONI, E.; BURINI, R.C.; NEVES, D.P. Water, fat, sodium, potassium and chloride content of skeletal muscle in "normal" subjects. *Rev. Bras. de Pesquisas Med. e Biol.* v.4, n.6, p.409-415, 1971.
- CORCORAN, C.; ANDERSON, E.J.; BURROWS, B.; STANLEY, T.; WALSH, M.; POULOS, A.M.; GRINSPOON, S. Comparison of total body potassium with other techniques for measuring lean body mass in men and women with AIDS wasting. *Am. J. Clin. Nutr.* v.72, n.4, p.1053-1058, 2000.

- DAVIES, P.S.W. Anthropometry and body composition. In S.J. Uljaszek, & C.G.N. Mascie-Taylor, Eds. *Anthropometry: the individual and the population*, Cambridge University Press, Cambridge. 1994, p.130-140.
- DURNIN, J.V.G.A.; 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.* v.32, n.1, p.77-97, 1974.
- ELLIS, K.J. Human body composition: in vivo methods. *Physiol. Rev.* v.80, n.2, p.649-680, 2000.
- ELLIS, K.J. Selected body composition methods can be used in field studies. *J. Nutr.* v.131, n.5, p.1589S-1595S, 2001.
- ELWSSON, P.; FORSLUND, A.H.; MALLMIN, H.; FEUK, U.; HANSSON, I.; CARLSTEN, J. An evaluation of dual-energy X-ray absorptiometry and underwater weighing to estimate body composition by means of carcass analysis in piglets. *J. Nutr.* v.128, n.9, p.1543-1549, 1998.
- FIELDS, D.A.; GORAN, M.I.; MCCRORY, M.A. Body-composition assessment via air displacement plethysmography in adults and children: a review. *Am. J. Clin. Nutr.* v.75, n.3, p.453-467, 2002.
- FORBES, G.B. Body composition: overview. *J. Nutr.* v.129, n.1S, p.270S-272S, 1999.
- FOSTER, K.R.; LUKASKI, H.C. Whole-body impedance – what does it measure? *Am. J. Clin. Nutr.* v.64, n.3 Suppl, p.388S-396S, 1996.
- FRISANCHO, A.R. *Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status*. The University of Michigan Press, Michigan.1999. 189p.
- FRISANCHO, A.R. New norms of upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status. *Am. J. Clin. Nutr.* v.34, n.11, p.2540-2545, 1981.
- FRISANCHO, A.R. Triceps skin fold and upper arm muscle size norms for assessment of nutrition status. *Am. J. Clin. Nutr.* v.27, n.10, p.1052-1058., 1974.
- GODOY, I.; CASTRO E SILVA, M.H.; TOGASHI, R.H.; GERALDO, R.C.C.; CAMPANA, A.O. Is chronic hypoxemia in patients with chronic obstructive pulmonary disease associated with more marked nutritional deficiency? A study of fat free mass evaluated by anthropometry and bioelectrical impedance methods. *J. Nutr. Health Aging.* v.4, n.2, p.102-108, 2000.
- GODOY, I.; PAIVA, S.A.R.; CAMPANA, A.O. Estado nutricional de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica: estudo longitudinal de 1 ano. *J. Pneumol.* v.17, n.4, p.159-165, 1992.
- GOING, S.B. Densitometry. In A.F. Roche, S.B. Heymsfield, & T.G. Lohman, Eds. *Human Body Composition Human Kinetics*, Champaign IL. 1996, p.3-23.
- GOODPASTER, B.H. Measuring body fat distribution and content in humans. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care* v.5, n.5, p.481-487, 2002.
- GOODPASTER, B.H.; THAETE, F.L.; KELLEY, D.E. Thigh adipose tissue distribution is associated with insulin persistence in obesity and in type 2 diabetes mellitus. *Am. J. Clin. Nutr.* v.71, n.4, p.885-892, 2000.
- GREEN, M.H.; GREEN, J.B. The application of compartmental analysis to research in nutrition. *Annu. Rev. Nutr.* v.10, p.41-61, 1990.
- GRINSPOON, S.; THOMAS, L.; MILLER, K.; PITTS, S.H.D.; KLIBANSKI, A. Changes in regional fat redistribution and the effects of strogen during spontaneous weight gain in women with anorexia nervosa. *Am. J. Clin. Nutr.* v.73, n.5, p.865-869, 2001.
- HAMBURGER, J.; MATHÉ, G. *Physiologie normale et pathologique du métabolisme de l'eau*. Paris. Médicales Flammarion, Ed. 1952. 502p.
- HEETDERKS-COX, J.E. The comprehensive nutritional assessment. In S.A. Shikora, & G.L. Blackburn, Eds. *Nutrition support. Theory and therapeutics* Chapman & Hall, New York. 1997, p.30-53.

- HEYMSFIELD, S.B.; TIGHE, A.; WANG, Z.M. Nutritional assessment by anthropometric and biochemical methods. In M. Shils, J.A. Olson, & M. Shike, Eds. *Modern Nutrition in Health and Disease* Philadelphia. Lea & Febiger, 1994, p.812-841.
- HEYMSFIELD, S.B.; WAKI, M. Body composition in humans: advances in the development of multicompartiment chemical models. *Nutr. Rev.* v.49, n.4, p.97-108, 1991.
- HEYMSFIELD, S.B.; WANG, Z.M.; BAUMGARTNER, R.N.; ROSS, R. Human body composition: advances in models and methods. *Annu. Rev. Nutr.* v.17, p.527-558, 1997.
- HEYWARD, V.H.; STOLARCZYK, L.M. Método de dobras cutâneas. In V.H. Heyward, e L.M. Stolarczyk, Eds. *Avaliação da composição corporal aplicada*. Manole, São Paulo, SP. 2000, p.23-46.
- HILDRETH, H.G.; JOHNSON, R.K.; GORAN, M.I.; CONTOMPASIS, S.H. Body composition in adults with cerebral palsy by dual-energy X-ray absorptiometry, bioelectrical impedance analysis and skinfold anthropometry compared with <sup>18</sup>O isotope-dilution technique. *Am. J. Clin. Nutr.* v.66, n.6, p.1436-1442, 1997.
- HOUTKOOPER, L.B.; LOHMAN, T.G.; GOING, S.B.; HOWELL, W.H. Why bioelectrical impedance analysis should be used for estimating adiposity. *Am. J. Clin. Nutr.* v.64, n.3 Suppl, p.436S-448S, 1996.
- HUNTER, G.R.; WEINSIER, R.L.; GOWER, B.; WETZSTEIN, C. Age-related decrease in resting energy expenditure in sedentary white women: effects of regional differences in lean and fat mass. *Am. J. Clin. Nutr.* v.73, n.2, p.333-337, 2001.
- JACKSON, A.S.; POLLOCK, M.L. Generalized equations for predicting body density of man. *Br. J. Nutr.* v.40, n.3, p.497-504, 1978.
- JORDÃO JR, A.A.; BELLUCI, A.D.; VANNUCCHI, H.; DUTRA DE OLIVEIRA, J.E.; MARCHINI, J.S. Determinação direta da composição corporal: tomografia computadorizada. *Cadernos de Nutrição* v.11, n.1, p.1-9, 1996.
- KAMIMURA, M.A.; AVESANI, C.M.; FERNANDES CANZIANI, M.E.; DRAIBE, S.A.; CUPPARI, L. SANTOS, N.S.J. Comparison of three methods for the determination of body fat in patients on long-term hemodialysis therapy. *J. Am. Diet. Assoc.* v.103, n.2, p.195-199, 2003.
- KAMIMURA, M.A.; DRAIBE, S.A.; SIGULEM, D.M.; CUPPARI, L. Métodos de avaliação da composição corporal em pacientes submetidos à hemodiálise. *Rev. Nutr.* v.17, n.1, p.97-105, 2004.
- KEHAYIAS, J.J.; FIATARONE, M.A.; ZHUANG, H.; ROUBENOFF, R. Total body potassium and fat: relevance to aging. *Am. J. Clin. Nutr.* v.66, n.4, p.904-910, 1997.
- KOTLER, D.P.; BURASTERO, S.; WANG, J.; PIERSON JR, R. Prediction of body cell mass, fat-free mass, and total body water with bioelectrical impedance analysis: effects of race, sex, and disease. *Am. J. Clin. Nutr.* v.64, n.3 Suppl, p.489S-497S, 1996.
- KYLE, U.G.; BOSAEUS, I.; DE LORENZO, A.D.; DEURENBERG, P.; ELIA, M.; GOMEZ, J.M.; HEITMANN, B.L.; KENT-SMITH, L.; MELCHIOR, J.C.; PIRLICH, M.; SCHARFETTER, H.; SCHOLS, A.M.; PICHARD, C. Bioelectrical impedance analysis—part I: review of principles and methods. *Clin. Nutr.* v.23, n.5, p.1226-1243, 2004.
- LEE, R.C.; WANG, Z.; HEO, M.; ROSS, R.; JANSSEN, I.; HEYMSFIELD, S.B. Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. *Am. J. Clin. Nutr.* v.72, n.3, p.796-803 Erratum in: *Am. J. Clin. Nutr.* 77, n.3, p.795-995, 2001.
- LO, W.K.; PROWANT, B.F.; MOORE, H.L.; GAMBOA, S.B.; NOLPH, K.D.; FLYNN, M.A.; LONDEREE, B.; KESHAVIAH, P.; EMERSON, P. Comparison of different measurements of lean body mass in normal individuals and in chronic peritoneal dialysis patients. *Am. J. Kidney Dis.* v.23, n.1, p.74-85, 1994.
- LOHMAN, T.G. *Anthropometric stadardization reference manual*, Champaign, IL.1988. 177p.

LOHMAN, T.G. Skinfolds and body density and their relation to body fatness: a review. *Hum. Biol.* v.53, n.2, p.181-225, 1981.

LUKASKI, H.C. Biological indexes considered in the derivation of the bioelectrical impedance analysis. *Am. J. Clin. Nutr.* v.64, n.3 Suppl, p.397S-404S, 1996a.

LUKASKI, H.C. Estimation of muscle mass. In A.F. Roche, S.B. Heymsfield, & T.G. Lohman, Eds. *Human body composition Human Kinetics*, Champaign, IL. 1996b, p.109-128.

LUKASKI, H.C. Soft tissue composition and bone mineral status: evaluation by dual-energy X-ray absorptiometry. *J. Nutr.* v.123, n.2 Suppl, p.438-443, 1993.

MAHAN, L.K.; ESCOTT-STUMP, S. *Krause's food, nutrition, and diet therapy*. Philadelphia. W.B. Saunders Company, 2000. 1194p.

MCDERMOTT, A.Y.; SHEVITZ, A.; KNOX, T.; ROUBENOFF, R.; KEHAYIAS, J.; GORBACH, S. Effect of highly active antiretroviral therapy on fat, lean, and bone mass in HIV-seropositive men and women. *Am. J. Clin. Nutr.* v.74, n.5, p.679-686, 2001.

MOORE, F.D. *Metabolic care of the surgical patient*. Philadelphia. W.B. Saunders Co., 1959. 1011p.

MOORE, F.D.; OLESEN, K.H.; MCMURREY, J.D.; PARKER, H.V.; BALL, M.R.; BOYDEN, C.M. *The body cell mass and its supporting environment—body composition in health and disease*. Philadelphia. WB Saunders Co., 1963. 535p.

NITACS. Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement: National Institutes of Health Technology Assessment Conference Statement. *Am. J. Clin. Nutr.* v.64, n.3 Suppl, p.524S-532S, 1996.

NORGAN, N.G.; FERRO-LUZZI, A. The estimation of body density in men: are general equations general? *Ann. Hum. Biol.* v.12, n.1, p.1-15, 1985.

PAIVA, S.A.R.; GODOY, I.; PADOVANI, C.R.; GERALDO, R.R.; CAMPANA, A.O. O uso das pregas cutâneas e da circunferência muscular do braço no diagnóstico de desnutrição energético-proteica em pacientes adultos: estudo crítico. *Rev. Hosp. Clin. Fac. Med. S. Paulo*, v.47, n.5, p.223-230, 1992.

PATEL, R.V.; MATTHIE, J.R.; WITHERS, P.O.; PETERSON, E.L.; ZAROWITZ, B.J. Estimation of total body and extracellular water using single- and multiple-frequency bioimpedance. *Ann. Pharmacother* v.28, n.5, p.565-569, 1994.

PICAUD, J.C.; RIGO, J.; NYAMUGABO, K.; MILET, J.; SENTERRE, J. Evaluation of dual-energy X-ray absorptiometry for body composition assessment in piglets and term human neonates. *Am. J. Clin. Nutr.* v.63, n.2, p.157-163, 1996.

PICHARD, C.; KYLE, U.G.; JANSSENS, J.P.; BURDET, L.; ROCHAT, T.; SLOSMAN, D.O.; FITTING, J.W.; THIEBAUD, D.; ROULET, M.; TSCHOPP, J.M.; LANDRY, M.; SCHUTZ, Y. Body composition by X-ray absorptiometry and bioelectrical impedance in chronic respiratory insufficiency patients. *Nutrition* v.13, n.11-12, p.952-958, 1997.

PROBST, M.; GORIS, M.; VANDEREYCKEN, W.; COPPENOLLE, H.V. Body composition of anorexia nervosa patients assessed by underwater weighing and skinfold-thickness measurements before and after weight gain. *Am. J. Clin. Nutr.* v.73, n.2, p.190-197, 2001.

ROMBEAU, J.L.; CALLWELL, M.D.; FORLAW, L.; GUENTER, P.A. *Atlas of nutritional support techniques*. Boston. Little, Brown and Co., 1989. 331p.

SARDINHA, L.B.; LOHMAN, T.G.; TEIXEIRA, P.J.; GUEDES, D.P.; GOING, S.B. Comparison of air displacement plethysmography with dual-energy X-ray absorptiometry and 3 field methods for estimating body composition in middle-aged men. *Am. J. Clin. Nutr.* v.68, n.4, p.786-793, 1998.

SEGAL, K.R. Use of bioelectrical impedance measurement for estimation of extracellular water in normal adult males. *Age Nutr.* v.5, p.97-101, 1994.

SHAH, S.; WHALEN, C.; KOTLER, D.; MAYANJA, H.; NAMALE, A.; MELIKIAN, G.; MUGERVA, R.; SEMBA, R.D. Severity of human immunodeficiency virus infection is associated with decreased phase angle, fat mass and body cell mass in adults with pulmonary infection in Uganda. *J. Nutr.* v.131, n.11, p.2843-2847, 2001.

SUN, M.; GOWER, B.A.; BARTOLUCCI, A.A.; HUNTER, G.R.; FIGUEROA-COLON, R.; GORAN, M.I. A longitudinal study of resting energy expenditure relative to body composition during puberty in African American and white children. *Am. J. Clin. Nutr.* v.73, n.2, p.308-315, 2001.

USDHHS *Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement. National Institute of Health. Technology Assessment Conference Statement.* U.S. Department of Health and Human Services, Bethesda, 1994. 35p.

WANG, Z.; DEURENBERG, P.; WANG, W.; PIETROBELLI, A.; BAUMGARTNER, R.N.; HEYMSFIELD, S.B. Hydration of fat-free mass. Review and critique of a classic body composition constant. *Am. J. Clin. Nutr.* v.69, n.5, p.833-841, 1999.

WANG, Z.M.; PIERSON JR, R.N.; HEYMSFIELD, S.B. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *Am. J. Clin. Nutr.* v.56, n.1, p.19-28, 1992.

YAO, M.; ROBERTS, S.B.; MA, G.; PAN, H.; MCCRORY, M.A. Field methods for body composition assessment are valid in healthy Chinese adults. *J. Nutr.* v.132, n.2, p.310-317, 2002.

ZHU, S.; WANG, Z.; SHEN, W.; HEYMSFIELD, S.B.; HESHKA, S. Percentage body fat ranges associated with metabolic syndrome risk: results based on the third National Health and Nutrition Examination Survey (1988-1994). *Am. J. Clin. Nutr.* v.78, n.2, p.228-235, 2003.

Recebido para publicação em 01/03/04.  
Aprovado em 22/10/04.

# Os atletas atingem as necessidades nutricionais de carboidratos em suas dietas?

## *Do athletes fill their nutritional carbohydrate needs when going on diets?*

### ABSTRACT

SOUSA, M.V.; TIRAPEGUI, J. Do athletes fill their nutritional carbohydrate needs when going on diets? *Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.= J. Brazilian Soc. Food Nutr.*, São Paulo, SP, v. 29, p. 121-140, jun. 2005.

*The search for better results involve aspects linked to the athletes' nutrition. Manipulation of the carbohydrate intake by the diet offered before, during and after the exercise may greatly improve the athletic performance by means of optimization of the muscles' glycogen and the reserves of hepatic tissue or by means of maintenance of the blood glucose homeostasis. It is a known fact that several nutritional "maneuvers" are capable to interfere in the athletes' performance, as much as the inadequacy of their diet can impair their sporting productivity. CHO storage in the organism is limited and represents approximately 2000Kcal, being equivalent to only 1–2% of the total energy stored in the body. The greatest part of this energy is metabolized during exercise and, because of that, the appropriate nutritional support on intense training programs includes a high-energy ingestion, predominantly in the form of carbohydrates (approximately between 60 and 70%) for replacement of the glycogen storage in the organism. However, this scientific literature review points out to an alimentary inadequacy regarding carbohydrate intake among athletes of several countries and different sport modalities, regardless of whether it is aerobic or anaerobic.*

**Keywords: carbohydrates; exercise; athletes; supplementation; nutrition.**

**MAYSA VIEIRA DE SOUSA<sup>1</sup>; JULIO TIRAPEGUI<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo.

**Endereço para Correspondência:**

Av. Lineu Prestes, 580 – Bloco 14, 05508-030, São Paulo, S.P., Brasil. tirapegui@usp.br

**Agradecimentos:**

os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelas bolsas outorgadas.

## RESUMEN

*La nutrición de los atletas contribuye de manera significativa en la optimización para mejores resultados en el deporte. La manipulación de la ingestión de carbohidratos en la dieta antes, durante y después del ejercicio puede mejorar el desempeño atlético ya sea, aumentando las reservas de glucógeno muscular y hepático o a través de la manutención de la homeostasis de la glucosa sanguínea. Diversas manipulaciones nutricionales pueden influir en el desempeño de atletas y dietas mal balanceadas pueden perjudicar el desempeño deportivo. Las reservas de carbohidratos en el organismo se limitan aproximadamente a 2000 Calorías, lo que equivale a 1-2% de la energía depositada en el organismo y la mayor parte es depletada durante el ejercicio. Por eso, en programas de entrenamiento intenso es necesario un soporte nutricional adecuado con administración de carbohidratos en niveles de 60 a 70% del valor calórico total para la reposición de las reservas de glucógeno en el organismo. Los resultados de esta revisión mostraron una inadecuación alimentar en relación a la ingestión de carbohidratos en los atletas de diferentes modalidades deportivas, tanto anaeróbicas como aeróbicas.*

**Palabras clave:** carbohidratos; ejercicio; atletas; suplementación; nutrición.

## RESUMO

*A nutrição dos atletas contribui significativamente na busca por melhores resultados no esporte. A manipulação da ingestão de carboidratos pela dieta antes, durante e depois do exercício pode melhorar muito o desempenho atlético através da otimização da reserva de glicogênio dos músculos e no tecido hepático ou através da manutenção da homeostase da glicose sanguínea. É fato conhecido que diversas "manobras" nutricionais são capazes de interferir no desempenho de atletas, assim como, a inadequação da sua dieta pode prejudicar o rendimento esportivo. Os estoques de CHO no organismo são limitados representando aproximadamente 2000Kcal, equivalente a somente 1-2% do total de energia estocada no corpo sendo a maior parte deste metabolizado durante exercício, por isso o suporte nutricional adequado em programas de treinamento intenso inclui alta ingestão energética, predominantemente na forma de carboidratos (aproximadamente entre 60 a 70%) para reposição dos estoques de glicogênio no organismo; entretanto, essa revisão da literatura científica indica inadequação alimentar com relação à ingestão de carboidratos entre os atletas de diferentes modalidades esportivas, sejam aeróbicas ou anaeróbicas.*

**Palavras-chave:** carboidratos; exercício; atletas; suplementação; nutrição.

## INTRODUÇÃO

Os efeitos da suplementação de carboidratos (CHO) são conhecidos e estudados desde a década de 20, quando foi descrita pela primeira vez a eficácia da ingestão de carboidratos na prevenção da hipoglicemia em atletas participantes de uma maratona (LEVINE *et al.*, 1924). Na década de 60, foi descrita a estratégia conhecida como supercompensação. Este tipo de dieta foi utilizado com sucesso, por muitos atletas, durante provas com mais de uma hora de duração e alta intensidade, onde a utilização de carboidratos como fonte energética é determinante no desempenho (BERGSTROM e HULTMAN, 1972). Desde esta época, a maior ênfase vem sendo atribuída à suplementação de carboidratos. Hoje, sabe-se que a ingestão de carboidratos durante exercícios de longa duração mantém o rendimento elevado e, que a utilização desta estratégia durante os treinos, permite ao atleta trabalhar com maior carga por mais tempo (McCONNEL, 2000). Diversos estudos, na área da nutrição esportiva, ampliaram de maneira acentuada o conhecimento sobre o papel dos nutrientes e, conseqüentemente da suplementação nutricional aplicada ao treinamento. Os atletas necessitam de um programa nutricional específico que pode variar de acordo com o sexo, idade, composição corporal, tipo, intensidade, freqüência e duração do exercício (McARDLE *et al.*, 1998; MULLINS *et al.*, 2001). Nesse programa nutricional, pelo menos de 60 a 70% das calorias presentes nas dietas dos atletas devem apresentar carboidratos. O restante das calorias deve ser obtido através de gorduras (20 – 30%) e proteínas (10 – 15%) (COSTILL, 1998; WILLIAMS, 1998). Essas recomendações são indicadas, principalmente, para preencher os estoques de glicogênio muscular e hepático, disponibilizando CHO suficiente para contração da musculatura esquelética durante os sucessivos dias de treinamento. Além disso, a glicose é um importante combustível para as células do sistema imune incluindo linfócitos, neutrófilos e macrófagos (GLEESON e BISHOP, 2000).

Para a otimização do desempenho físico, a suplementação de CHO (exceto frutose) numa concentração > 45g/hora é indicada durante o exercício (JACOBS e SHERMAN, 1999; ANGUS *et al.*, 2000).

Segundo TSINTZAS e WILLIAMS (1998), os possíveis efeitos ergogênicos da suplementação com CHO incluem a euglicemia e a diminuição da taxa de utilização do glicogênio muscular. A prevalência de um desses efeitos depende de fatores como tipo e intensidade do exercício, quantidade, tipo e tempo de ingestão dos CHO, estado nutricional do CHO pré-exercício e estado de treinamento dos participantes do estudo. Portanto, não só a adequação da dieta, mas, por vezes a suplementação estão ligadas com a melhoria do rendimento esportivo e, também, com a manutenção da qualidade de vida do atleta. Sabendo que os aspectos nutricionais e de suplementação dos atletas são importantes para o bom rendimento dos mesmos, propusemo-nos a realizar esse artigo de revisão, enfocando a ingestão de carboidratos em atletas de diferentes modalidades esportivas e os efeitos da suplementação de carboidratos no metabolismo e desempenho físico.

## HISTÓRICO

O estudo do metabolismo dos carboidratos se iniciou na década de 20, quando LEVINE *et al.* (1924) estudaram 12 corredores participantes da maratona de Boston, em 1923 e observaram diminuição na concentração plasmática de glicose ( $< 50\text{mg/dl}$ ) em 3 deles. No ano seguinte, esses atletas foram suplementados com carboidratos após o 24<sup>º</sup>km da maratona, a fim de determinar possível relação entre a hipoglicemia e a fadiga. Além disso, esses corredores ingeriram uma dieta rica em carboidratos na véspera da competição. Os pesquisadores concluíram que a ingestão de carboidratos durante o exercício, combinada à ingestão de dieta rica em carboidrato pré-exercício, melhorava o desempenho físico dos corredores e evitava a hipoglicemia durante a competição (GORDON *et al.*, 1925).

Mais tarde, BEST e PARTRIGDE (1930) avaliaram 10 maratonistas que participavam das Olimpíadas de Amsterdam em 1928, e verificaram que 3 deles apresentaram hipoglicemia ao término do percurso. Os autores concluíram que, tanto a reserva de carboidrato corporal pré-exercício, como a ingestão de alimentos durante a competição eram fatores importantes, na prevenção da hipoglicemia.

## OS CARBOIDRATOS

Os carboidratos são os compostos orgânicos mais abundantes na natureza e contêm carbono, hidrogênio e oxigênio em várias combinações. São polihidroxialdeídos ou polihidroxicetonas. A fórmula empírica é:  $(\text{CH}_2\text{O})_n$ .

Os principais tipos de carboidratos alimentares estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1 Principais carboidratos alimentares**

Monosacarídeos	Dissacarídeos	Polissacarídeos	Fibras insolúveis	Fibras solúveis	Outros carboidratos
Glicose	Sacarose	Amido	Celulose	Gomas	Sorbitol
Frutose	Maltose	– amilose	Hemicelulose	Pectinas	Ribose
Galactose	Lactose	– amilopectina	Lignina	Mucilagens	
		– amido resistente			
		Glicogênio			

Fonte: Adaptado de WILLIAMS, 2004.

Os estoques de CHO, no organismo, são limitados e representam aproximadamente 2000kcal, equivalente a somente 1 – 2% do total da energia estocada no corpo humano. A maior parte desta energia é metabolizada durante o exercício de intensidade moderada a

intensa. O CHO endógeno está estocado sob a forma de glicogênio no músculo esquelético atingindo cerca de 5g (82% de CHO endógeno). Aproximadamente 100g estão armazenadas no fígado (14% do total de CHO endógeno) e o restante representa a glicose presente no plasma (4% do total de CHO endógeno), podendo essas concentrações variarem como conseqüência do estado de treinamento e do estado nutricional do atleta (JACOBS e SHERMAN, 1999; HARGREAVES, 1995), (Tabela 2).

**Tabela 2 Reserva de glicogênio muscular**

<b>Tecido</b>	<b>Peso ou volume</b>	<b>Estoque de CHO</b>	<b>Calorias</b>
Fígado	1,8kg	70g (0-135)	280kcal
Fluído extracelular	12 l	10g (8-11)	40kcal
Músculo	32kg	450g (300-900)	1800kcal

Fonte: Adaptado de HARGREAVES, 1995.

A diminuição das reservas corporais de glicogênio muscular e hepático é fator importante no desenvolvimento de um estado de fadiga (O'BRIEN *et al.*, 1993, SIMÕES, 2002; HAFF *et al.*, 2003).

A fadiga pode ser, inicialmente, definida como o conjunto de manifestações produzidas por trabalho ou exercício prolongado, tendo como conseqüência a diminuição da capacidade funcional de manter, ou continuar o rendimento esperado. Variáveis individuais podem estar relacionadas com esse quadro, como por exemplo, a massa muscular envolvida, a intensidade da contração muscular, a velocidade do movimento executado, a amplitude do movimento, a freqüência de contração e relaxamento muscular, além da grande diferença individual e vulnerabilidade ao aparecimento desse quadro. Além disso, a idade, sexo, estado de saúde prévio, composição corporal e, particularmente, o estado de hidratação do indivíduo, também podem contribuir, de maneira significativa, para o aparecimento da fadiga. Também as características genéticas, em termos de estrutura, organização e composição do sistema neural e muscular são variáveis relacionadas ao próprio esforço que estão envolvidas com o quadro de fadiga (HARGREAVES, 1995; ROSSI e TIRAPEGUI, 1999; BAILEY *et al.*, 2000; ROSSI e TIRAPEGUI, 2003; ROSSI e TIRAPEGUI, 2004).

Fisiologicamente, o termo fadiga vem sendo definido, em inúmeros trabalhos da área, como a "incapacidade para manter o poder de rendimento", tanto em exercícios de resistência, como em estados de hipertreinamento (ROSSI e TIRAPEGUI, 1999; SIMÕES, 2002).

Se a concentração de glicogênio muscular ou de glicose sanguínea diminui durante o exercício prolongado, a intensidade do esforço obrigatoriamente deve ser reduzida ou o exercício deve ser interrompido (ACHTEN *et al.*, 2004; JENTJENS *et al.*, 2002).

Os carboidratos da dieta têm influência significativa nas reservas corporais de glicogênio muscular e hepático, fato que tem estimulado uma série de experimentos com manipulação nutricional, com a finalidade de otimizar os estoques de carboidrato corporal e aumentar a capacidade de treinamento, assim como o desempenho durante o esforço. Contrariamente a isso, quando o conteúdo de carboidrato da dieta de atletas é menor que o ideal, gera o aparecimento precoce da fadiga que, durante o exercício, é freqüentemente atribuída à diminuição das concentrações de glicogênio muscular e da glicose sangüínea (COSTILL, 1998; O'BRIEN *et al.*, 1993; ANDREWS *et al.*, 2003). Dessa forma, a concentração elevada de glicogênio muscular e hepático é requisito fundamental para a manutenção da intensidade do exercício e, por sua vez, da manutenção ou aumento da capacidade de gerar trabalho (HARGREAVES *et al.*, 1997; HAFF *et al.*, 2003).

## **A RECOMENDAÇÃO DE CARBOIDRATOS PARA O EXERCÍCIO**

Bons hábitos alimentares são importantes para os atletas aumentarem ou manterem o desempenho atlético (MULLINS *et al.*, 2001). Os atletas necessitam de um programa nutricional específico que pode variar de acordo com o sexo, idade, composição corporal, tipo, intensidade, freqüência e duração do exercício (BURKE e READ, 1993; BESHGETOOR e JEANNE, 2003).

O gasto diário de energia durante os treinos dependerá da intensidade e duração dos exercícios, bem como da quantidade de músculos em atividade. Pelo menos, de 60 a 70% das calorias presentes nas dietas dos atletas devem ser obtidas a partir de carboidratos, o que corresponde a aproximadamente 500 – 600g de carboidratos para uma dieta com 2800 – 3600kcal/dia. O restante das calorias deve ser obtido por meio de gorduras (20 – 30%) e proteínas (10 – 15%). Os atletas devem consumir entre 7 a 12g/CHO/kg de peso corporal/dia, dependendo da fase de treinamento em que se encontram. As necessidades nutricionais de CHO para os atletas dependerão da intensidade e duração do treino e, devem ser individualizadas por quilo de peso. Aqueles atletas que treinam de cinco a seis horas por dia, numa intensidade de moderada a intensa, devem consumir de 10 a 12g de carboidrato/kg de peso corporal, dentro do mesmo intervalo de intensidade; porém com duração entre uma hora e meia a cinco horas, a ingestão deve ser entre 7 e 10g/kg de peso corporal, enquanto que de uma a quatro horas de treino leve a moderado exigem 5 a 7g/kg de peso corporal. Caso os atletas realizem várias sessões de treinamento diário, a reposição completa de glicogênio pode não acontecer, nem sequer com alto consumo de carboidratos no período de 24h para a normalização do glicogênio (BURKE e READ, 1993; WILLIAMS, 1998; COSTILL, 1988; TIRAPEGUI, 2000).

Essas recomendações são indicadas, principalmente, para preencher os estoques de glicogênio muscular e hepático, disponibilizando CHO suficiente para contração da musculatura esquelética durante os sucessivos dias de treinamento. Além disso, a glicose é um importante combustível para as células do sistema imune, incluindo linfócitos, neutrófilos e macrófagos (GLEESON e BISHOP, 2000).

A concentração de gorduras não deve ultrapassar 30% da ingestão energética dos atletas. O tipo de gordura presente na dieta também é de grande relevância. Recomenda-se uma ingestão de ácidos graxos saturados menor que 10% da ingestão energética diária, com contribuição maior de ácidos graxos monoinsaturados (15%) e ácidos graxos poliinsaturados (PUPA, 6%). Dois tipos de PUPA são essenciais para o organismo: o ômega-6 ( $\omega$ -6), derivado do ácido linoléico e ômega-3 ( $\omega$ -3), derivado do ácido linolênico. A recomendação diária de proteína para atletas é aproximadamente o dobro comparada aos valores da população sedentária (BURKE e READ, 1993; BISHOP *et al.*, 1999; WILLIAMS, 1998; TIRAPEGUI, 2000).

Para indivíduos adultos, não atletas, as necessidades nutricionais de proteínas equivalem a 0,8g/kg de peso corporal. Os carboidratos e lipídios devem representar 45 - 65% e 20 - 35%, respectivamente, do total da energia diária. Com relação ao tipo de gordura presente na dieta, o  $\omega$ -3 e  $\omega$ -6 devem estar presentes numa concentração equivalente a 0,6 - 1,2% e 5 - 10%, respectivamente (DRI, 2002).

Segundo WALBERG-RANKIN (1995), embora alguns atletas reconheçam a importância da ingestão adequada de carboidratos para os treinamentos, suas dietas costumam apresentar uma concentração de carboidratos inferior a 40% da ingestão total de calorias.

Vários estudos de levantamento de consumo alimentar entre esportistas do atletismo de diferentes modalidades apontam inadequação alimentar (Tabelas 3 e 4). No estudo de SOUSA *et al.* (2001), dos 33 atletas de elite (velocistas, fundistas e jogadores de basquete), analisados num questionário aplicado para determinar conhecimento básico em nutrição, 50% receberam conceito ruim e 43%, conceito regular. Essa amostra apresentou baixo consumo de carboidratos < 7g/kg de peso corporal/dia cuja relação, em valores percentuais médios na dieta, também estiveram abaixo do mínimo recomendado de 60% (56,3%). Concluiu-se que os atletas apresentaram maior ingestão de gorduras saturadas e proteínas em detrimento ao consumo de carboidratos. Tal fato pôde ser identificado no teste de conhecimento nutricional em que 63% dos atletas indicaram a proteína como combustível energético principal para a prática de exercícios.

Outro estudo assinala que as heptatletas também não atingiram o consumo recomendado de CHO, cujos valores médios encontrados na dieta foram 57% do total de calorias consumidas e 5,2g/CHO/kg de peso corporal/dia (MULLINS *et al.*, 2001) (Tabela 4).

As Tabelas 3 e 4 apresentam a ingestão de carboidratos e a energia de atletas do sexo masculino e feminino, de diferentes modalidades esportivas aeróbias e anaeróbias.

Segundo GRANDJEAN (1997), são escassos os estudos direcionados ao levantamento do consumo alimentar em atletas de elite participantes de Jogos Olímpicos. Um dos primeiros estudos relacionados à nutrição de atletas olímpicos foi realizado nos Jogos de Helsinki em 1952 (JOKL, 1964). Os dados dessa pesquisa representavam apenas uma média do consumo de todos os atletas, e não considerava o sexo e a categoria esportiva. Os dados de JOKL apontaram uma ingestão média de 4.503kcal, com 40% de energia

**Tabela 3** Ingestão de CHO e energia em atletas do sexo masculino de diferentes modalidades esportivas

modalidade esportiva	CHO (%)	CHO (g)	CHO (g/kg de peso)	Energia (kcal)	Referência
patinação no gelo	53	308	5,1	2325	ZIEGLER <i>et al.</i> , 1998
patinação no gelo	52	307	4,8	2365	ZIEGLER <i>et al.</i> , 1999
patinação no gelo	47	313	-	2660	GRANDJEAN, 1989
maratona	51,8	327	4,5	2526	NIEMAN e BUTLER, 1989
atletismo, corrida de curta distância	54	358	5,1	2653	SUGIURA <i>et al.</i> , 1999
atletismo, corrida de média distância	49	421	6,2	3437	SUGIURA <i>et al.</i> , 1999
atletismo, corrida de longa distância	52	471	7,1	3628	SUGIURA <i>et al.</i> , 1999
atletismo, provas de salto	54	386	5,2	2863	SUGIURA <i>et al.</i> , 1999
atletismo, corrida	49	372	-	3034	GRANDJEAN, 1989
atletismo, provas de arremesso e lançamento	55	493	4,1	3591	SUGIURA <i>et al.</i> , 1999
atletismo, provas de arremesso e lançamento	41,1	358	3,6	3485	FABER <i>et al.</i> , 1990
triathlon	67,6	885	-	5230	GREEN <i>et al.</i> , 1989
triathlon, - atletas profissionais	56	600	8,6	3800	BASSIT <i>et al.</i> , 1998
- atletas amadores	52	405	5,8	3000	
luta romana	54	291	-	2154	GRANDJEAN, 1989
judô	46	386	-	3357	GRANDJEAN, 1989
levantamento de peso	43	392	-	3643	GRANDJEAN, 1989
futebol americano (atacante)	48	475	-	3961	GRANDJEAN, 1989
futebol americano (outros posições)	45	430	-	3826	GRANDJEAN, 1989
futebol					
- time A	51,4	354	4,4	2618	MAUGHAN, 1997
- time B	48,4	397	5,3	3046	
natação	51	512	-	4018	GRANDJEAN, 1989
basquete	44	448	-	4076	GRANDJEAN, 1989
ciclismo	46	477	-	4144	GRANDJEAN, 1989
ciclismo					
- período competitivo	60,8	831	12,1	5473	GARCÍA-ROVÉS <i>et al.</i> , 2000
- período de treinamento intensivo	57,7	770	11,3	5354	
beisebol	45	523	-	4654	GRANDJEAN, 1989

**Tabela 4** Ingestão de CHO e energia em atletas do sexo feminino de diferentes modalidades esportivas

modalidade esportiva	CHO (%)	CHO (g)	CHO (g/kg de peso)	Energia (kcal)	Referência
patinação no gelo	58	241	5,5	1674	ZIEGLER <i>et al.</i> , 1998
patinação no gelo	56	216	4,6	1536	ZIEGLER <i>et al.</i> , 1999
patinação no gelo	52	234	-	1800	GRANDJEAN, 1989
atletismo, corrida de longa distância	55	323	6,2	2397	DEUSTER <i>et al.</i> , 1986
atletismo, corrida de longa distância	55	296	-	2142	van ERP-BAART <i>et al.</i> , 1989
atletismo, corrida de longa distância	48,9	192	3,3	1603	PATE <i>et al.</i> , 1990
atletismo, corrida de longa distância	57	237	4,6	1664	NUTTER, 1991
atletismo, corrida de média distância	50	345	7,1	2764	SUGIURA <i>et al.</i> , 1999
atletismo, corrida de longa distância	51	346	7,2	2720	SUGIURA <i>et al.</i> , 1999
atletismo, provas de salto	51	252	4,5	1982	SUGIURA <i>et al.</i> , 1999
atletismo, provas de arremesso e lançamento	54	353	5,1	2617	SUGIURA <i>et al.</i> , 1999
atletismo, provas de arremesso e lançamento	46,4	257	2,9	2215	FABER <i>et al.</i> , 1990
atletismo, corrida de curta distância	53	317	5,8	2393	SUGIURA <i>et al.</i> , 1999
atletismo, heptathlon	57	339	5,2	2357	MULLINS <i>et al.</i> , 2001
ciclismo	51	386	-	3029	GRANDJEAN, 1989
ciclismo	60	264	4,4	1781	KEITH <i>et al.</i> , 1989
natação	54	337	5,3	2493	TILGNER <i>et al.</i> , 1989
hóquei	46,8	228	3,8	1956	TILGNER <i>et al.</i> , 1989
triathlon	66,2	695	-	4149	GREEN <i>et al.</i> , 1989
ginástica olímpica	49	239	-	1935	GRANDJEAN, 1989
ginástica olímpica	46,6	156	3,7	1267	LÓPEZ-VARELA <i>et al.</i> , 2000
ginástica olímpica	67,5	283	5,8	1678	JONNALAGADDA <i>et al.</i> , 1998
remo	51	337	4,9	2633	STEEN <i>et al.</i> , 1995
basquete	52	225	3,2	1730	NOWALK <i>et al.</i> , 1988
vôlei	48	418	6,55	3945	ALMEIDA E SOARES, 2003
tênis	49	203	3,8	1664	NUTTER, 1991

oriunda dos carboidratos; 20% de proteínas e 20% de gorduras. JOKL também verificou uma correlação entre ingestão energética com desempenho atlético e concluiu que a diminuição do consumo alimentar esteve associada à menor capacidade de trabalho ou rendimento.

Também foi observado que os dados de atletas de elite de alguns países revelavam algumas variações na ingestão energética. A partir daí, os dados de ingestão energética foram comparados por meio do peso corporal. Os atletas da modalidade levantamento de peso apresentavam peso médio de 159kg e consumiam em média 7.000kcal/dia e 286g de proteína/dia. Eles tinham uma ingestão, significativamente, diferente das ginastas com peso médio de 33kg que consumiam em média 1500kcal/dia e 53g de proteína/dia. Se, entretanto, esses dados de ingestão fossem calculados por quilograma de peso corporal, haveria um grau de correção expresso em tamanho corporal. Assim, se a energia fosse calculada em quilograma de peso corporal, a ingestão energética do levantador de peso seria de 44kcal/kg de peso corporal/dia contra 45kcal/kg de peso corporal/dia da ginasta. Similarmente, a ingestão de proteínas foi de 1,8 contra 1,6g/kg de peso corporal/dia para os levantadores de peso e ginastas, respectivamente (GRANDJEAN, 1997). Portanto, as necessidades dietéticas de proteínas e carboidratos são expressas na literatura científica em unidade de quilograma de peso corporal desde 1989.

## **SUPLEMENTAÇÃO DE CARBOIDRATOS**

Em 1960, pesquisadores escandinavos desenvolveram e aplicaram o primeiro produto de nutrição esportiva. Evidências científicas daquela época já associavam a ingestão de carboidratos a um retardo na sensação de fadiga. Na década de 90, uma solução que consistia na mistura de glicose e sacarose na faixa de 6% diluída em água, gerou milhões de dólares na indústria de bebidas esportivas. Havia no mercado mais de 20 tipos de bebidas esportivas, algumas delas enriquecidas com vitaminas e sais minerais (APPLEGATE e GRIVETTI, 1997). Os tipos e a quantidade de carboidratos presentes na composição nutricional dos repositores energéticos variavam de acordo com o fabricante.

A manipulação da ingestão de carboidratos pela dieta antes, durante e depois do exercício pode melhorar muito o desempenho atlético, por meio da otimização dos músculos e da reserva de glicogênio hepático ou pela manutenção da homeostase da glicose sanguínea (COSTILL, 1998; WILLIAMS, 1998).

Segundo JACOBS e SHERMAN (1999), dentre as estratégias nutricionais com CHO utilizadas para melhorar o desempenho estão:

- a dieta pré-exercício;
- a dieta durante o exercício;
- a dieta pós-exercício;
- a dieta de supercompensação de carboidratos.

## A INGESTÃO DE CARBOIDRATOS PRÉ-EXERCÍCIO

Os alimentos ricos em carboidratos complexos são preferíveis àqueles com alto teor de açúcar refinado por apresentarem maior densidade de nutrientes, em termos de níveis absolutos de vitaminas, minerais e fibras e um baixo teor de gorduras. Além disso, alimentos compostos por carboidratos complexos têm o efeito de diminuir as concentrações glicêmicas e insulinêmicas. Entretanto, quando consumidos como parte de uma dieta mista, composta por gorduras e proteínas, as diferenças entre alimentos com altos teores de carboidratos nas respostas glicêmicas e insulinêmicas são de menor magnitude e podem não apresentar importância fisiológica. Dessa forma, o índice glicêmico dos alimentos deve ser consultado na tentativa de evitar transtornos fisiológicos que comprometerão o desempenho do atleta (WILLIAMS, 2002; SIU e WONG, 2004).

O índice glicêmico é uma medida da velocidade de digestão e de absorção dos carboidratos, assim como do efeito provocado na concentração de glicose sanguínea (FAO/WHO, 1998).

Com relação ao tempo ideal de ingestão de carboidratos pré-exercício, a maior parte dos estudos que avaliou os efeitos dos carboidratos no desempenho físico usou uma faixa de tempo, que variava de quatro horas a minutos antes do exercício. Além desta, outras variações na maioria dos estudos sobre metabolismo de CHO, na atividade física, incluiu os diferentes tipos de carboidratos administrados aos voluntários como glicose, galactose, trealose, maltodextrina, frutose, ou misturas de diferentes tipos de carboidratos; e as diferentes intensidades dos protocolos de exercícios realizadas a 40, 65 ou 80% da carga máxima de trabalho. Tais variações não acarretaram em hipoglicemia de rebote, quando a média do grupo estudado era avaliado; entretanto, na maioria dos estudos era observado alguns casos de voluntários que apresentaram hipoglicemia de rebote. A ocorrência de hipoglicemia tendia a ser maior, quando os voluntários recebiam carboidratos de alto índice glicêmico comparado com carboidrato de baixo índice glicêmico. Ainda com relação ao tempo de ingestão dos carboidratos, os indivíduos ficam mais propensos à hipoglicemia de rebote, quando a ingestão de carboidratos de alto índice glicêmico ocorre de 15 a 75 minutos antes do exercício (JENTJENS e JEUKENDRUP, 2002).

Em estudo de KIRWAN *et al.* (1998), 6 mulheres consumiram 75g de carboidrato disponível na forma de cereal matinal, no jejum em três momentos distintos, da seguinte forma: creme de aveia em flocos e 300ml de água (CAF, 7g de fibra) ou creme de farinha de aveia e 300ml de água (CFA, 3g de fibra) ou água (controle). O objetivo desse estudo foi determinar o efeito da ingestão de duas refeições contendo cereal matinal de moderado índice glicêmico com diferentes quantidades de fibras, na resposta metabólica e no desempenho físico, durante exercícios prolongados. As voluntárias se exercitaram, em ciclo ergômetro, numa intensidade a 60% do  $VO_2$  máx até a exaustão, 45min após o jejum. Foram observadas diferenças significativas nas concentrações plasmáticas de glicose, ácidos graxos livres, glicerol e insulina das triagens CAF e CFA, quando comparadas à triagem controle. Entretanto, não foram observadas diferenças na concentração de norepinefrina e epinefrina nas três triagens. Tanto o quociente respiratório como a utilização do glicogênio muscular,

não apresentaram diferenças significativas nas 3 triagens. Foi observado um aumento significativo de 16% no desempenho físico das voluntárias durante a triagem CAF comparado com a triagem controle: 266,5±13 e 225,1±8 min, respectivamente. Não foram observadas diferenças significativas com relação ao desempenho físico nos grupos CFA (250,8±12 min) e de controle. Os autores concluíram que a refeição com alto teor de fibras e moderado índice glicêmico 45min, antes de um protocolo de exercício prolongado, melhorou significativamente o desempenho físico.

A recomendação de líquidos para atletas 2 horas antes do exercício é de aproximadamente 500ml. Antes do exercício, os atletas devem ingerir um adicional de 250 a 500ml de líquidos particularmente nos dias quentes. A bebida esportiva e os sucos de frutas são recomendados antes do exercício para aumentar os estoques de glicogênio muscular e hepático. Em consequência de as necessidades de fluidos sofrerem variações individuais e sazonais, os atletas devem conhecer a sua própria taxa de suor nos ambientes frio, quente, seco ou úmido. De acordo com a taxa de suor, os atletas devem ingerir a quantidade de líquidos necessária para a reposição do suor perdido durante a atividade. As bebidas esportivas são mais efetivas quando comparadas à água, pois apresentam fontes exógenas de combustível (carboidrato), além de sódio para ajudar na retenção do líquido (SHI e GISOLFI, 1998).

## **A INGESTÃO DE CARBOIDRATOS DURANTE O EXERCÍCIO**

O objetivo primário da ingestão de bebidas esportivas, durante o exercício prolongado, é fornecer substrato para o trabalho muscular e de água para evitar os efeitos da desidratação (SHI e GISOLFI, 1998).

Os carboidratos ingeridos, durante o exercício prolongado, podem ajudar a manter as concentrações de glicose no sangue, reduzir a percepção subjetiva do esforço, conforme avaliação das escalas de percepção do esforço, geralmente aplicadas durante o exercício, reduzir os batimentos cardíacos, poupar os estoques de glicogênio, melhorando o desempenho físico, quando comparado ao grupo placebo (ANGUS *et al.*, 2000 e BURKE *et al.*, 2000).

Estimativas extraídas da literatura científica apontam uma ingestão entre 30 a 70g de carboidratos, por hora, durante o exercício, cerca de 0,5 a 1,1g de CHO por minuto. Para isso, é indicada a ingestão de uma solução contendo de 6 a 10% de CHO a cada 15-20 minutos de exercício. A ingestão de soluções acima 10% durante o exercício pode retardar o esvaziamento gástrico e causar distúrbio gastrointestinal, embora alguns atletas tolerem concentrações mais altas, como 15 a 20% (BURKE *et al.*, 1998; FRITZCHE *et al.*, 2000; WILLIAMS, 2002; STEENBERG, *et al.*, 2002).

A recomendação é que o atleta experimente vários tipos e quantidades de carboidratos, durante o período de treinamento, antes de usá-los em uma competição, para que ele conheça seu grau de tolerância às diferentes concentrações e tipos de carboidratos (JACOBS e SHERMAN, 1999).

Segundo JENTJENS *et al.* (2002), a taxa de oxidação dos carboidratos durante 90min de exercício a 55% da carga máxima, está diretamente relacionada às condições climáticas. Esses pesquisadores avaliaram 9 ciclistas treinados que receberam solução de glicose marcada a 8%, em duas ocasiões distintas, com temperatura ambiente de 16,4°C (frio) ou 35,4°C (quente). A taxa de oxidação da glicose exógena durante os últimos 30min de exercício, foi significativamente menor durante o exercício realizado em ambiente quente comparado com o efetuado em ambiente frio (0,76 + 0,06 contra 0,84 + 0,05g/min). Entretanto, a taxa de oxidação do glicogênio muscular, durante os últimos 30min de exercício, apresentou-se 25% maior, quando o exercício foi realizado em ambiente quente, comparado com o efetuado em ambiente frio (2,07 + 0,16 contra 1,66 + 0,09g/min). Esses resultados demonstram que a velocidade de oxidação do carboidrato exógeno apresentou-se reduzida. Também foi observado um aumento da oxidação do glicogênio durante o exercício realizado em ambiente quente, quando comparado com o efetuado em ambiente frio. Os autores ainda sugerem modificação na recomendação de carboidratos durante o exercício realizado em ambiente quente, ficando essa ingestão entre 50 – 60g de CHO/hora, e entre 60 – 70g de CHO/hora para os exercícios efetuados em ambiente frio.

BURKE *et al.* (1998) verificaram o efeito da refeição pré-exercício com alto (AIG) ou baixo índice glicêmico (BIG), ou controle (CON) no metabolismo e no desempenho de ciclistas, que ingeriram 10g/100ml de solução glicose marcada (U-<sup>14</sup>C) antes e durante um protocolo de exercício prolongado (2h em ciclo ergômetro a aproximadamente 70% da captação máxima de oxigênio). Tanto as taxas de oxidação do carboidrato total (403, 376, 373g/2h) e do carboidrato ingerido (65, 57, 63g/2h) foram similares nos grupos AIG, BIG, CON, respectivamente. Não foram encontradas diferenças significativas no desempenho desses atletas sendo 946, 954 e 970s para os grupos AIG, BIG e CON, respectivamente.

## **A INGESTÃO DE CARBOIDRATOS NO PÓS-EXERCÍCIO**

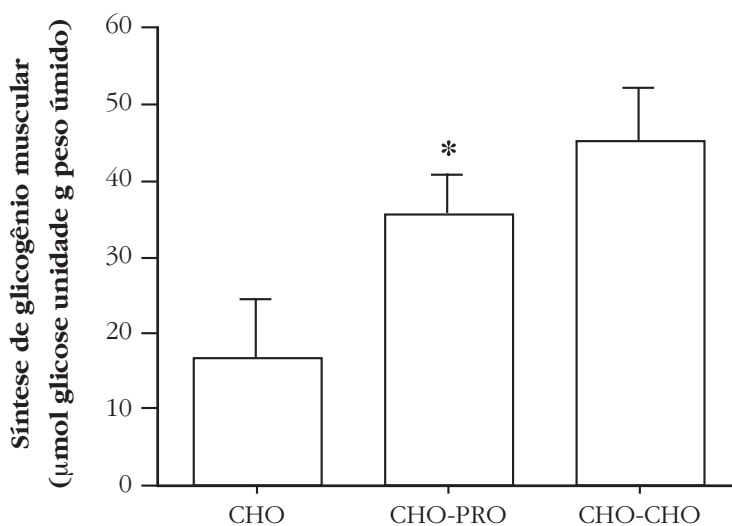
Imediatamente após o exercício, é recomendada aos atletas a ingestão de bebidas contendo carboidratos e eletrólitos para a reposição dos fluidos perdidos durante o exercício. Para assegurar a completa re-hidratação, as bebidas devem apresentar sódio, e o volume ingerido deverá corresponder ao equivalente a 150% do suor perdido durante o exercício (SHI e GISOLFI, 1998).

As quantidades de carboidratos ingeridos após o exercício são calculadas por unidade de peso corpóreo (g/kg/dia) (CARRITHERS *et al.*, 2000). A taxa de ressíntese do glicogênio parece ser mais rápida nas duas primeiras horas, imediatamente após o exercício. Baseada nessas considerações, a ressíntese máxima do glicogênio deve ocorrer, quando os atletas consomem carboidratos logo após o término do exercício, buscando um consumo entre 0,7 a 1,5g glicose/kg peso corporal a cada 2 horas durante as 6 horas de recuperação do exercício (IVY *et al.*, 1988). Em outro estudo, IVY *et al.* (1998) observaram que a ingestão de carboidratos acima de 0,5g/kg de peso corporal/hora, após o exercício foi necessária para maximizar a síntese de glicogênio.

O tipo de carboidrato consumido após o exercício também pode maximizar ou não a taxa de ressíntese do glicogênio muscular. A ingestão de carboidratos de alto índice glicêmico após o exercício, aumenta a síntese de glicogênio comparado com a ingestão de quantidade equivalente de carboidratos de baixo índice glicêmico (SIU e WONG, 2004).

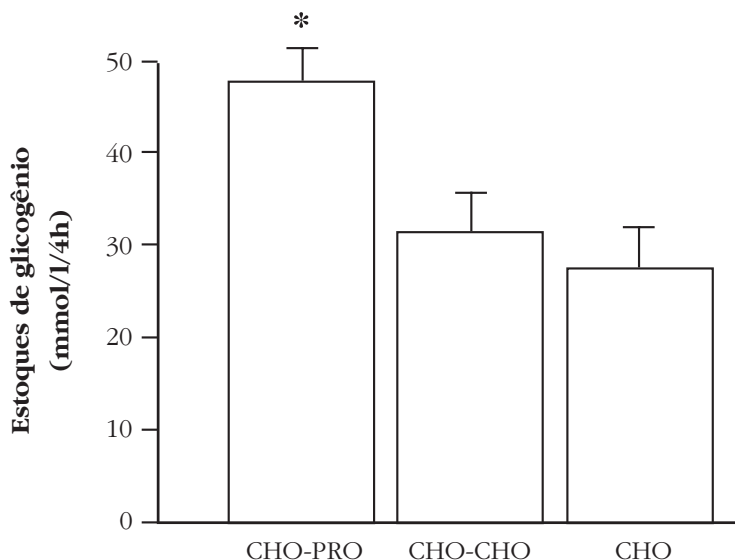
ZAWADZKI *et al.* (1992) observaram que a adição de mistura de proteína hidrolisada e aminoácidos em soluções contendo carboidratos, aumentaram a síntese de glicogênio nos voluntários após o exercício, quando comparada com a ingestão de carboidratos de 0,8g/kg/hora apenas. Isso foi explicado pelo aumento da concentração de insulina plasmática após a ingestão de mistura contendo carboidratos e proteínas. Esse aumento na concentração de insulina pode ter, por sua vez, aumentado tanto a captação de glicose como a atividade da enzima glicogênio sintase.

van LOON *et al.* (2000) investigaram os efeitos da suplementação de CHO pós-exercício em 8 ciclistas bem treinados, submetidos a um protocolo de exercícios de depleção de glicogênio em três triagens distintas. Esses voluntários receberam, a cada 30 minutos, após o exercício em cada triagem, 0,8g/CHO/kg de peso corporal/hora (CHO), ou 0,8g/CHO/kg de peso corporal/hora + 0,4g de aminoácidos e mistura de proteínas hidrolisadas/kg de peso corporal/hora (CHO-PRO), ou 1,2g/CHO/kg/peso corporal/hora (CHO-CHO), durante as 5 horas de recuperação. Os autores observaram aumento na resposta insulinêmica nas triagens CHO-PRO e CHO-CHO, quando comparadas à triagem CHO (88% e 46%, respectivamente). A síntese de glicogênio muscular também foi, significativamente, maior nas triagens CHO-PRO e CHO-CHO, quando comparadas à triagem CHO (113% e 170%, respectivamente) (Figura 1).



**Figura 1** Síntese de glicogênio após a ingestão de carboidratos (CHO), mistura de carboidratos e proteínas (CHO-PRO) e concentrado de carboidratos (CHO-CHO). (Adaptado de van LOON *et al.*, 2000)

Esse efeito insulínótropico da ingestão de mistura de CHO-PRO não foi verificado por IVY *et al.* (2002). Nesse estudo, os voluntários também realizaram exercícios intensos para depleção de glicogênio e receberam em três triagens distintas os seguintes tratamentos: 80g de CHO, 28g de PRO, 6g de gorduras (CHO-PRO); 80g de CHO, 6g de gorduras (CHO); 108g de CHO, 6g de gorduras (CHO-CHO). Entretanto, as concentrações de glicogênio muscular diferiram do estudo de van LOON *et al.* (2000), por estarem significativamente maiores, quando os voluntários ingeriram a mistura de CHO-PRO, sendo de 47, 31 e 28% para CHO-PRO, CHO-CHO e CHO, respectivamente (Figura 2).



**Figura 2 Síntese de glicogênio após a ingestão de carboidratos (CHO), mistura de carboidratos e proteínas (CHO-PRO) e concentrado de carboidratos (CHO-CHO). (Adaptado de IVY *et al.*, 2002)**

## AS DIETAS DE SUPERCOMPENSAÇÃO DE CARBOIDRATOS

O método clássico da supercompensação de carboidratos envolve três estágios: depleção, restrição de carboidratos e supercompensação de carboidratos. O estágio de depleção do glicogênio é induzido por exercício prolongado e dieta restrita durante 3 a 4 dias. Nessa fase, a dieta apresenta conteúdo elevado de proteínas e de gorduras e baixo conteúdo de carboidratos. Após essa fase, tem início o estágio de supercompensação, em que os carboidratos devem contribuir com 70% da ingestão calórica acima de 600g/dia, devendo a intensidade e a duração do exercício estarem reduzidas. O ideal seria o completo repouso durante 2 a 3 dias (BERGSTROM *et al.*, 1972; SHERMAN *et al.*, 1984). Entretanto, para a supercompensação de glicogênio, não há necessidade de uma rotina tão rigorosa.

O método recomendado e mais prático de armazenar glicogênio seria treinar intensamente durante 5 a 6 dias antes da competição. Nos demais dias, anteriores à competição, os atletas devem reduzir gradativamente a intensidade, duração dos treinos e aumentar a quantidade de carboidratos em suas refeições, totalizando uma concentração acima de 600g/dia/CHO, durante os três dias que antecedem a competição. Essa conduta dietética aumenta as reservas de glicogênio muscular em pelo menos 20 a 40% acima do normal, deixando-as supersaturadas. Como para cada grama de glicogênio estocado, há uma retenção extra de 3g de água, ou seja, se houver um armazenamento de 500g de glicogênio, juntamente com 1500g de água, haverá um ganho de peso corporal de 2kg acima do peso normal de treinamento durante a fase de supercompensação (SHERMAN *et al.*, 1984; APPLGATE, 1988). Esse foi um desafio para muitos atletas de endurance que apresentaram dificuldades na manutenção do peso. Geralmente, ao término do método clássico de supercompensação de CHO, os atletas ganhavam de 2 a 3kg de água, sentiam muita indisposição e ficavam muito apreensivos (SHERMAN *et al.*, 1984).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A manipulação da ingestão de carboidratos pela dieta antes, durante e depois do exercício pode melhorar o desempenho atlético, por meio de uma otimização dos depósitos de glicogênio ou por meio da homeostase da glicose sanguínea. Entretanto, as evidências científicas apontam inadequação alimentar, com relação à ingestão de carboidratos, entre os atletas de vários países e de diferentes modalidades esportivas, sejam aeróbias ou anaeróbias.

Existe uma relação exponencial entre a intensidade do exercício e a depleção das reservas de carboidratos no organismo. Assim, para determinar a quantidade de carboidrato que deverá ser ingerida pelo atleta ou desportista, é necessário averiguar o tipo, a intensidade e a duração do exercício, o estado de treinamento e o estado nutricional dos atletas.

Além disso, cabe ao atleta experimentar vários tipos e quantidades de carboidratos durante o período de treinamento antes de usá-los em uma competição, para que conheça seu grau de tolerância às diferentes concentrações e tipos de carboidratos.

Os dados dessa revisão indicam um baixo consumo de CHO entre os atletas de ambos os sexos em diferentes modalidades esportivas. A baixa ingestão de CHO, além de comprometer o desempenho físico, pode também diminuir a capacidade de recuperação de micro lesões pós-treino, afetar o estado imunológico, deixando o atleta mais predisposto a infecções, por consequência de um estado catabólico acentuado.

Desta forma, se considera relevante a correta reposição dos estoques de carboidratos, uma vez que, as inadequações alimentares podem ocasionar menor desempenho físico, além de prejuízos na qualidade de vida do atleta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS/REFERENCES

- ACHTEN, J.; HALSON, S.L.; MOSELEY, L.; RAYSON, M.P.; CASEY, A.; JEUKENDRUP, A. E. Higher dietary carbohydrate content during intensified running training results in better maintenance of performance and mood state. *J. Appl. Physiol.* v.96, p.1331-1340, 2004.
- ALMEIDA, T.A.; SOARES, E.A. Nutritional and anthropometric profile of adolescent volleyball athletes. *Rev. Bras. Med. Esporte*, v.9, p.198-203, 2004.
- ANDREWS, J.L.; SEDLOCK, D.A.; FLYNN, M.G.; NAVALTA, J.W.; HONGGUANG, J. Carbohydrate loading and supplementation in endurance-trained women runners. *J. Appl. Physiol.*, v.95, p.584-590, 2003.
- ANGUS, D.J.; HARGREAVES, M.; DANCEY, J.; FEBBRAIO, M. A. Effect of carbohydrate or carbohydrate plus medium-chain triglyceride ingestion on cyclists time trial performance. *J. Appl. Physiol.*, v.88, p.113-119, 2000.
- APPLEGATE, E.A.; GRIVETTI, L.E. Search for the competitive edge: a history of dietary fads and supplements. *J. Nutr.*, v.127, p.869S-873S, 1997.
- BAILEY, S.P.; ZACHER, C.M.; MITTLEMAN, K. D. Effect of menstrual cycle phase on carbohydrate supplementation during prolonged exercise to fatigue. *J. Appl. Physiol.*, v.88, p.690-697, 2000.
- BASSIT, R.A.; MALVERDI, M.A. Avaliação nutricional de triatletas. *Rev. Paul. Educ. Fís.*, v.12, p.42-53, 1998.
- BERGSTROM, J.; HULTMAN, E. Nutritional for maximal sports performance. *J. Am. Med. Assoc.*, v.221, p.999-1006, 1972.
- BESHGETOOR, D.; JEANNE, F.N. Dietary intake and supplement use in female master cyclists and runners. *Int. J. Sports Nutr.*, v.13, p.166-172, 2003.
- BEST, C.H.; PARTRIDGE, R.C. Observations on Olympic Athletes. *Proc. Nutr. Soc.*, v.105, p.323, 1930.
- BISHOP, N.C.; BLANNIN, A.K.; WALSH, N.P.; ROBSON, P.J.; GLEESON, M. Nutritional aspects of immunosuppression in athletes. *Sports Med.*, v.28, p.151-176, 1999.
- BURKE, L.M.; READ, R.S.D. Dietary supplements in sports. *Sports Medicine*, v.15, p.43-65, 1993.
- BURKE, L.M.; CLAASSEN, A.; HAWLEY, J.A.; NOAKES, T.D. Carbohydrate intake during prolonged minimizes effect of glicemic index of preexercise meal. *J. Appl. Physiol.*, v.85, p.2220-2226, 1998.
- BURKE, L.M.; HAWLEY, J.A.; SCHABORT, E.L.; GIBSON, A.S.C.; MUJIKKA, I.; NOAKES, T.D. Carbohydrate loading failed to improve 100 km cyclists performance in placebo-controlled trial. *J. Appl. Physiol.*, v.88, p.1284-1290, 2000.
- CARRITHERS, J.A.; WILLIAMSON, D.L.; GALLAGHER, P.M.; GODARD, M.P.; SCHULZE, K.E.; TRAPPE, S.W. Effects of postexercise carbohydrate-protein feedings on muscle glycogen restoration. *J. Appl. Physiol.* v.88, p.1976-1982, 2000.
- COSTILL, D.L. Carbohydrates for exercise: dietary demands for optimal performance. *Int. J. Sports Med.*, v.9, p.1-18, 1998.
- DEUSTER, P.A.; KYLE, S.B.; MOSER, P.B.; VIGERSKY, R.A.; SINGH, A.; SCHOOMAKER, E.B. Nutritional survey of highly trained women runners. *Am. J. Clin. Nutr.*, v.44, p.954-962, 1986.
- DIETARY REFERENCE INTAKES for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. 2002. Disponível em <<http://www.nap.edu>>.

- ERP-BAART, A.M. van; SARIS, W.H.; BINKHORST, R.A.; VOS, J.A.; ELVERS, J.W. Nationwide survey on nutritional habits in elite athletes. Part I. Energy, carbohydrate, protein, and fat intake. *Int. J. Sports Med.*, v.10, p.3S-10S, 1989.
- FABER, M.; SPINNLER, B.A.J.; DAUBITZER, A. Dietary intake, antropometric measurements and plasma lipid levels in throwing field athletes. *Int. J. Sports Med.*, v.10, p.140-145, 1990.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION/ WORLD HEALTH ORGANIZATION (FAO/WHO). Carbohydrates in human nutrition. Food and Nutrition. Roma:FAO. n.140, p.8, 1998.
- FRITZCHE, R.G.; SWITZER, T.W.; HODGKINSON, B.J.; LEE, S., MARTIN, J.C.; COYLE, E.F. Water and carbohydrate ingestion during prolonged exercise increase maximal neuromuscular power. *J. Appl. Physiol.*, v.88, p.730-737, 2000.
- GARCÍA-ROVÉS, P.M.; TERRADOS N, FERNÁNDEZ S, PATTERSON A M. Comparison of dietary intake and eating behavior of professional road cyclists during training and competition. *Int J Sports Nutr*, v.10, p.82-98, 2000.
- GLEESON, M.; BISHOP, N. C. Elite athlete immunology: Importance of nutrition. *Int. J. Sports Med.*, v.21, Suppl. 1, p.S44-S50, 2000.
- GORDON, B.; KOHN, L.A.; LEVINE, S.A.; MATTON, M.; SCHRIVER, W.; WHITING, W.B. Sugar content of the blood in runners following a marathon race, *JAMA*, v.185, p.508, 1925.
- GRANDJEAN, A.C. Diets of elite athletes: has the discipline of sports nutrition made an impact? *J. Nutr.*, v.127, p.874S-877S, 1997.
- GRANDJEAN, A.C. Macronutrient intake of U S athletes compared with the general population and recommendations made for athletes. *Am. J. Clin. Nutr.*, v.49, p.1070-1076, 1989.
- GREEN, D.R.; GIBBONS, C.; O'TOOLE, HILLER, W.B,O. An evaluation of dietary intakes of triathlon: Are RDAs being met? *J. Am. Diet. Assoc.*, v.89, p.1653-1654, 1989.
- HAFF, G.G.; LEHMKUHL, M.J.; McCOY, L.B.; STONE, M.H. Carbohydrate supplementation and resistance training. *J. Strenght. Cond. Res.*, v.17, p.187-196, 2003.
- HARGREAVES, M. *Exercise metabolism*. Champaign: Human Kinetics Publishers Inc., 1995. p.41-72.
- HARGREAVES, M.; FINN, J.P.; WITHERS, R.T.; HALBERT, J.A.; SCROOP, G.C., MACKAY, M.; SNOW, R. J.; CAREY, M.F. Effect of muscle glycogen availability on maximal exercise performance. *Eur. J. Appl. Physiol.*, v.75, p.188-192, 1997.
- IVY, J.L. Glycogen resynthesis after exercise: effect of carbohydrate intake. *Int.J.Sports Med.*, v.19, p.142S-146S, 1998.
- IVY, J.L.; GOFORTH, Jr, H.W.; DAMON, B.M., McCAULEY, T.R.; PARSONS, E.C.; PRICE, T.B. Early postexercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement. *J. Appl. Physiol.* v.93, p.1337-1344, 2002.
- IVY, J.L.; KATZ, A.L.; CUTLER, C.L.; SHERMAN, W.M.; COYLE, E.F. Muscle glycogen synthesis after exercise: effect of time of carbohydrate ingestion. *J. Appl. Physiol.* v.64, p.1480-1485, 1988.
- JACOBS, K.A.; SHERMAN, W.M. The efficacy of carbohydrate supplementation and chronic high-carbohydrate diets for improving endurance performance. *Int. J. Sports Nutr.*, v.9, p.92 -115, 1999.
- JENTJENS, R.L.P.G.; JEUKENDRUP, A.E. Prevalence of hypoglycemia following pre-exercise carbohydrate ingestion is not accompanied by higher insulin sensitivity. *Int. J. Sport. Nutr.*, v.12, p.398-413, 2002.
- JENTJENS, R.L.P.G.; WAGENMAKERS, A.J.M.; JEUKENDRUP, A.E. Heat stress increases muscle glycogen use but reduces the oxidation of ingested carbohydrates during exercise. *J. Appl. Physiol.*, v.92, p.1562-1572, 2002.

- JOKL, E. *Physiology of exercise*. Springfield: Charles C Thomas, 1964.
- JONNALAGADDA, S.S.; BENARDO, T.D.; NELSON, M. Energy and nutrient intakes of the United States national women's artistic gymnastics time. *Int. J. Sports Nutr.*, v.8, p.331-344, 1998.
- KEITH, R.E.; O'KEEFFE, K.A.; ALT, L.A.; YOUNG, K.L. Dietary status of trained female cyclists. *J. Am. Diet. Assoc.* v.89, p.1620-1623, 1989.
- KIRWAN, J.P.; O'GORMAN, D.; EVANS, W.J. A moderate glycemic meal before endurance exercise can enhance performance. *J. Appl. Physiol.*, v.84, p.53-59, 1998.
- LEVINE, S.A.; GORDON, B., DERICK, C.L., Some changes in the chemical constituents of the blood following a marathon race, *JAMA*, v.82, p.1778, 1924.
- LOON, L.J.C. van; SARIS, W.H.M.; KRUIJSHOOP, M.; WAGENMAKERS, J.M. Maximizing postexercise muscle glycogen synthesis: carbohydrate supplementation and the application of amino acid or protein hydrolysate mixtures. *Am. J. Clin. Nutr.*, v.72, p.106-111, 2000.
- LÓPEZ-VARELA, S.; MONTERO, A.; CHANDRA, R.K.; MARCOS, A. Nutritional status of young female elite gymnasts. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.*, 70, n.4, p.185-190, 2000.
- MAUGHAN, R.J. Energy and macronutrient intakes of professional soccer players. *Br. J. Sports Med.*; v.31, p.45-47, 1997.
- McARDLE, W.D.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. *Fisiologia do Exercício – Energia, nutrição e desempenho humano*, 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. p.68-74.
- McCONNEL, G.K.; CANNY, B.J.; DADDO, M.C.; NANCE, M.J.; SNOW, R.J. Effect of carbohydrate ingestion on glucose kinetics and muscle metabolism during intense endurance exercise. *J. Appl. Physiol.*, v.89, p.1690-1698, 2000.
- MULLINS, V.A.; HOUTKOOOPER, L.B.; HOWELL, W.H.; GOING, S.B.; BROWN, C.H. Nutritional Status of U.S. Elite Female Heptathletes During Training. *Int. J. Sports Nutr.*, v.11, p.299-314, 2001.
- NIEMAN, D.C.; BUTLER, J.V. Nutrient intake of marathon. *J. Am. Diet. Assoc.*, v.89, p.1273-1278, 1989.
- NOWALK, R.K.; KNUDSEN, K.S.; SCHULZ, L.O. Body composition and nutrient intakes of college men and women basketball players. *J. Am. Diet. Assoc.*, v.88, p.575-578, 1998.
- NUTTER J. Seasonal changes in female athletes' diets. *Int. J. Sport Nutr.*, v. 1, p.395-407, 1991.
- O'BRIEN, M.J.; VIGUIE, C.A.; MAZZEO, R.S.; BROOKS, G.A. Carbohydrates dependence during marathon running. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v.25, p.1009-1017, 1993.
- PATE, R.R.; SARGENT, R.G.; BALDWIN, C.; BURGESS, M.L. Dietary intake of women runners. *Int. J. Sports Med.*, v.11, p.461-466, 1990.
- PETERS, E.M.; GOETZSCHE, J.M. Dietary practices of South African ultradistance runners. *Int. J. Sports Nutr.*, v.7, p.80-103, 1997.
- ROSSI, L.; TIRAPEGUI, J. Aspectos atuais sobre exercício físico, fadiga e nutrição. *Rev. Paul. Educ. Fis.*, v.13, p.67-68, 1999.
- ROSSI, L.; TIRAPEGUI, J. Implicações do sistema serotoninérgico no exercício físico. *Arq. Bras. Endocrinol. Metab.*, v.48, p.227-233, 2004.
- ROSSI, L.; TIRAPEGUI, J. Suplementação com aminoácidos de cadeia ramificada e alterações na concentração de serotonina cerebral. *Nutrire*, v.26, p.1-10, 2003.
- SHERMAN, W.N.; COSTILL, D.L. The marathon. Dietary manipulation to optimize performance. *Am. J. Sports Med.*, v.12, p.44-51, 1984.
- SHI, X.; GISOLFI, C.V. Fluid and carbohydrate replacement during intermittent exercise. *Sports Med.*, v.25, p.157-172, 1998.

- SIU, P.M.; WONG, S.H.S. Use of the glycemic index: effects on feeding patterns and exercise performance. *J. Physiol. Anthropol. Appl. Human Sci.*, v.23, p.1-6, 2004.
- SIMÕES, H.G. *Respostas metabólicas e hormonais durante os testes de determinação do limiar anaeróbio individual e lactato mínimo*. 2002, 238 f. Tese (Doutorado em Ciências Fisiológicas) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- SOUSA, M.V.; FONTANA, F.R.S.; SIMÕES, H.G.; OLIVEIRA, J.; DE SOUZA, M.C. *Nutritional profile of elite athlete from São Paulo State, Brazil*. In 17th International Congress of Nutrition, Vienna, Austria, *Ann. Nutr. Met.* 45 Suppl1, p.515, 2001.
- STEEN, S.N.; MAYER, K.; BROWNELL, K.D.; WADDEN, T.A. Dietary Intake of Female Collegiate Heavyweight Rowers. *Int. J. Sports Nutr.*, v.5, p.225-231, 1995.
- STEENSBURG, A.; van HALL, G.; KELLER, C.; OSADA, T.; SCHJERLING, P.; PEDERSEN, B.K.; SALTIN, B.; FEBBRAIO, M.A. Muscle glycogen content and glucose uptake during exercise in humans: influence of prior exercise and dietary manipulation. *J. Appl. Physiol.*, v.541, n.1, p.273-278, 2002.
- SUGIURA, K.; SUZUK, I.I.; HOBAYASHI, K. Nutritional intake of elite Japanese track-and-field athletes. *Int. J. Sport Nutr.*, v.9, p.202-212, 1999.
- TILGNER, S.A.; SCHILLER, M.R. Dietary intakes of female college athletes: the need for nutrition education. *J. Am. Diet. Assoc.*, v.89, p.967-969, 1989.
- TIRAPEGUI, J. *Nutrição. Fundamentos e aspectos atuais*. São Paulo: editora Atheneu, 2000. p.141-145.
- TSINTZAS, K.; WILLIAMS, C. Human Muscle glycogen metabolism during exercise. *Sports Med.*, v.25, p.7-23, 1998.
- WALBERG-RANKIN, J. Dietary carbohydrate as an ergogenic aid for prolonged and brief competitions in sport. *Int. J. Sport. Nutr.*, v.5, p.S13-S28, 1995.
- WILLIAMS, C. Dietary macro and micronutrient requirements of endurance athletes. *Proc. Nutr. Soc.*, v.57, p.1-8, 1998.
- WILLIAMS, M.H. *Nutrição-saúde, condicionamento físico e desempenho esportivo*. São Paulo: Manole, 2002. p.95-98.
- ZAWADZKI, K.M.; YASPELKIS, B.B.; IVY, J.L. Carbohydrate-protein complex increases the rate of muscle glycogen storage after exercise. *J. Appl. Physiol.*, v.72, p.1854-1859, 1992.
- ZIEGLER, P.J.; KHOO, C.S.; KRIS-ETHERTON, P.M.; JONNALAGADDA, S.S.; SHERR, B.; NELSON, J.A. Nutritional status of nationally ranked junior US figure skating. *J. Am. Diet. Assoc.*, v.98, p.809-811, 1998.
- ZIEGLER, P.J.; NELSON, J.A.; JONNALAGADDA, S.S. Nutritional and physiological status of U S national figure skating. *Int. J. Sports Nutr.*, v.9, p.345-360, 1999.

Recebido para publicação em 19/08/04.

Aprovado em 22/10/04.

# **Evolução e perspectivas do programa de alimentação do trabalhador no contexto político brasileiro**

## ***Evolution and perspectives of worker's alimentation program in Brazilian political context***

### **ABSTRACT**

COLARES, L.G.T. Evolution and perspectives of worker's alimentation program in Brazilian political context. *Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.= J. Brazilian Soc. Food Nutr.*, São Paulo, SP, v. 29, p. 141-158, jun. 2005.

*The present study was aimed at identifying the evolution of the Worker's Nutrition Program in the Brazilian political context and how it has been evaluated in regard to the proposed goal. To this end, a literature review was carried out in the Latin American and Caribbean Health Sciences Literature database including the period between 1980 and 2003. The official website of the Brazilian Ministry of Labor and Employment and the Brazilian Public University Thesis Bank were also cross-searched using keywords: program; feeding; worker; nutrition; labor; productivity; absenteeism; health. Results show that, despite the well known benefit of adequate worker alimentation, the program fails to completely accomplish its role in the case of workers with greater biological vulnerability, since the companies that most adhere to the program are the medium to large size ones, in which workers earn higher salaries. The evaluations place greater focus on the number of workers benefited rather than on the quality of the alimentation provided. There is, therefore, a need for greater integration among the organizations dealing with collective alimentation in order to improve not only the program monitoring, but also the health condition of workers.*

**Keywords: feeding; workers; nutrition and feeding program and police.**

**LUCILÉIA GRANHEN  
TAVARES COLARES**

Instituto de Nutrição/  
Universidade Federal do  
Rio de Janeiro.

**Endereço para  
correspondência:**

Luciléia Granhen  
Tavares Colares  
Universidade Federal  
do Rio de Janeiro  
Av. Brigadeiro  
Trompowsky, s/n  
Centro de Ciências  
da Saúde

Instituto de Nutrição,  
bloco J, 2º andar  
Ilha do Fundão  
Rio de Janeiro, RJ  
CEP 21941-590

Fone: (21) 2562-6601  
(21) 2562-6599  
(21) 2560-8293

e-mail:  
lucolares@nutricao.ufrj.br  
lucolares@terra.com.br

## RESUMEN

*El objetivo del estudio fue analizar la evolución del Programa de Alimentación del Trabajador en el marco del contexto político brasileño y cómo se ha evaluado en relación a los objetivos propuestos. Fue revisada la literatura utilizando la base de datos Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud en el período entre 1980 y 2003, la página Web oficial del Ministerio del Trabajo y del Empleo y el banco de tesis de las universidades públicas brasileñas, usando las palabras claves: programa, alimentación, trabajador, nutrición, trabajo, productividad, ausentismo, salud. Los resultados mostraron que no obstante los beneficios de una alimentación adecuada del trabajador ser bien conocidos, el Programa no alcanza sus objetivos en el caso de trabajadores con mayor vulnerabilidad biológica, ya que las compañías que adhieren al Programa son las del medio y grande porte, en las que los trabajadores ganan sueldos más altos. Las evaluaciones enfatizan el número de los trabajadores beneficiados y no la calidad de la alimentación. Hay por lo tanto una necesidad de mayor integración entre las entidades preocupadas con la alimentación colectiva para mejorar no solamente la fiscalización del Programa que supervisa sino también la salud de los trabajadores.*

**Palabras clave: ingestión alimentar; trabajadores; programa y política de nutrición y alimentación.**

## RESUMO

*Este estudo teve como objetivo apontar a evolução do Programa de Alimentação do Trabalhador no contexto político brasileiro e, como tem sido avaliado em relação aos objetivos propostos. Para tanto, foi feita revisão bibliográfica na base de dados Literatura Latinoamericana e do Caribe em Ciências da Saúde, no período de 1980 a 2003. Foi consultada página eletrônica oficial do Ministério do Trabalho e Emprego, bem como banco de teses das universidades públicas do Brasil, utilizando as palavras-chave: programa, alimentação, trabalhador, nutrição, trabalho, produtividade, absenteísmo e saúde. Os resultados mostram que apesar do reconhecido benefício da alimentação adequada ao trabalhador, desde sua implantação, o Programa deixa de cumprir, na totalidade, seu papel em relação aos trabalhadores com maior vulnerabilidade biológica, visto que as empresas que mais aderem são as de médio e grande porte, justamente aquelas em que os trabalhadores percebem maior remuneração. A avaliação concentra-se mais em termos de número de trabalhadores beneficiados e empresas participantes do que na qualidade da alimentação oferecida aos trabalhadores. Há, portanto, a necessidade de maior integração entre entidades interessadas na área de alimentação coletiva, não apenas com o propósito de melhorar a fiscalização do Programa, como também de proporcionar melhor condição de saúde dos trabalhadores.*

**Palavras-chave: ingestão alimentar; trabalhadores; programa e política de nutrição e alimentação.**

## INTRODUÇÃO

A alimentação é um dos aspectos de maior importância para o equilíbrio orgânico, sendo um fator não só de manutenção da saúde, como também do ponto de vista econômico, representa um dos fatores estruturais de competitividade, pois afeta a capacidade para o trabalho, influenciando a dinâmica da evolução das sociedades.

No Brasil, o Programa de Alimentação do Trabalhador (PAT) institucionalizado pela Lei 6.321 de 14 de abril de 1976, constituiu um dos mecanismos utilizados pelo Estado, através da alimentação, para a preservação da força de trabalho, para o capital e manutenção da organização social, servindo como forma indireta de distribuição de renda e incremento ao desenvolvimento econômico. É um subsídio oferecido aos trabalhadores do mercado formal de trabalho na tentativa de auxiliar no suprimento das necessidades nutricionais mínimas destes, já que a política de salário-mínimo, desde sua origem, se mostra ineficaz para cobrir tais necessidades (SILVA, 1998).

Apesar de muitas críticas tecidas ao PAT, principalmente no que se refere à sua instabilidade, dependente da política dos diferentes governos, desde sua institucionalização há uma adesão crescente, por parte das empresas, fazendo com que cresça o mercado de alimentação coletiva, conferindo ao Programa importância econômica e social em nosso país. Uma prova disto é que o Programa é reconhecido, principalmente por trabalhadores, como um benefício, um salário indireto, sendo constantemente incluído em negociações coletivas (PROENÇA, 1997).

O PAT, portanto, tem se mantido, desde a década de 70 até os dias de hoje, como o único Programa de Alimentação relacionado ao setor trabalho. E, apesar de mudanças sofridas ao longo do tempo muito pouco tem sido avaliado, principalmente no que se refere ao seu objetivo de melhorar as condições de saúde dos trabalhadores com repercussões positivas na redução de acidentes de trabalho, de absenteísmo, rotatividade de mão-de-obra e conseqüente aumento da produtividade.

Entendendo que a avaliação do Programa pode subsidiar o redirecionamento da política de alimentação relacionada ao setor trabalho, este estudo teve como objetivo apontar a evolução do Programa de Alimentação do Trabalhador, no contexto político brasileiro (do 11º ao 26º período republicano) e, como tem sido avaliado em relação aos objetivos propostos.

Para tanto foi feita revisão bibliográfica na base de dados Literatura Latinoamericana e do Caribe em Ciências da Saúde, no período de 1980 a 2003. Foi consultada página eletrônica oficial do Ministério do Trabalho e Emprego, bem como banco de teses das universidades públicas do Brasil, utilizando as palavras-chave: programa, alimentação, trabalhador, nutrição, trabalho, produtividade, absenteísmo e saúde, a fim de levantar publicações feitas ao longo da jornada de efetiva atuação do PAT, que apontaram alguma avaliação tanto quantitativa como qualitativa. Para avaliação quantitativa utilizamos como indicadores o número de empresas beneficiárias e de trabalhadores beneficiados e, para a avaliação qualitativa utilizamos

indicadores indiretos de produtividade como redução do índice de absenteísmo, rotatividade de mão-de-obra e acidentes de trabalho, bem como indicadores indiretos de melhoria da saúde dos trabalhadores como a adequação dos cardápios, segundo quantidade calórica e NDPcal% (Net Dietary Protein Calorie Percent) e estado nutricional através da avaliação antropométrica de trabalhadores beneficiados.

## **ASPECTOS HISTÓRICOS E EVOLUÇÃO DO PAT NO CONTEXTO POLÍTICO BRASILEIRO: DO 11º (1977) AO 26º (2001) PERÍODO REPUBLICANO**

A década de setenta foi marcada por uma política desenvolvimentista, em que se acreditava ser o desenvolvimento econômico a mola propulsora do desenvolvimento nacional. E, devido ao crescimento de movimentos de oposição ao governo, em consequência da repressão e aprofundamento das desigualdades sociais, algumas estratégias foram adotadas pelo governo, para o controle das tensões sociais como o I Plano Nacional de Desenvolvimento (I PNAD – 1972-1974) e a criação do Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição (INAN), órgão responsável pela política social na área de alimentação e nutrição. Com o objetivo de promover melhoria dos padrões alimentares e nutricionais de alguns grupos da população foi elaborado o Programa Nacional de Alimentação e Nutrição PRONAN, cuja primeira versão não chegou a ser executada (MENEZES, 1997; SILVA, 2002).

Em seguida foi elaborado o II PRONAN com diversos programas sociais, sendo que o Programa de Alimentação do Trabalhador, regulamentado pelo Ministério do Trabalho, entrou em vigor em 1977, permanecendo até os dias de hoje. Priorizando o atendimento aos trabalhadores de baixa renda inseridos no mercado formal de trabalho (inicialmente ganhando até 2 salários-mínimos e, posteriormente pelo Decreto Nº 5 de 14 de janeiro de 1991, ganhando até 5 salários-mínimos), foi estruturado por meio de parceria entre governo, empresa e trabalhador, cuja unidade gestora e fiscalizadora é a Secretaria de Inspeção do Trabalho (SIT), através do Departamento de Segurança e Saúde no Trabalho - DSST (PAT, 2002).

As empresas são beneficiadas pela isenção de encargos sociais sobre o valor da alimentação fornecida aos seus empregados, além de incentivo fiscal por dedução do lucro tributável para fins de Imposto de Renda de Pessoa Jurídica do dobro das despesas realizadas para fornecimento de alimentação para o trabalhador, desde que esta dedução não ultrapasse 4% do lucro tributável da empresa em cada exercício financeiro, isoladamente, e cumulativamente 10% do imposto devido. As despesas têm como base de cálculo o custo direto exclusivo com a alimentação do trabalhador como: mão-de-obra e seus encargos, matéria-prima, material de higiene e energia elétrica diretamente relacionada ao preparo e distribuição das refeições e o valor cobrado dos trabalhadores não pode exceder 20%, cabendo à empresa e ao governo o restante das despesas, 32% e 48%, respectivamente (PAT, 2002).

O PAT vem sofrendo mudanças desde sua criação, porém, os objetivos do Programa são: a melhoria das condições de saúde dos trabalhadores; o aumento da produtividade no trabalho e a redução dos índices de absenteísmo, rotatividade e acidentes de trabalho (PAT, 2002).

A alimentação ao trabalhador pode ser concedida por modalidades de serviço de alimentação e a empresa beneficiária pode optar por uma ou mais modalidades de concessão de auxílio alimentação a saber: a) autogestão (serviço próprio); b) terceirização (serviço de terceiros), dispondo das seguintes opções: refeição transportada; administração de cozinha e refeitório; refeição-convênio; alimentação-convênio e cesta de alimentos.

As exigências nutricionais para as refeições principais (almoço, jantar e ceia), são de, no mínimo, 1400 calorias podendo haver redução para 1200 calorias ou acréscimo para 1600 calorias, dependendo da atividade exercida pelos trabalhadores beneficiados respaldados por justificativa técnica. As pequenas refeições como desjejum e lanche devem ter, no mínimo, 300 calorias. O percentual protéico-calórico (NDpCal %), que é a contribuição das proteínas de alto valor biológico para o total calórico da refeição, deve ser de 6% a 12% em todas as refeições.

O PAT foi criado em um contexto de substituição ao populismo caracterizado pela tentativa de implantação de um projeto de desenvolvimento moderno, integrado à ordem política por uma ditadura militar, configurando a exclusão política e econômica dos setores populares. E, mesmo com a desmobilização e despolitização da sociedade, causadas pela repressão, houve a articulação de um movimento social pela saúde, cujo objetivo era a reforma sanitária com demandas pela extensão do direito à saúde para toda a população sob a responsabilidade do Estado, como regulamentador e financiador. Através do PAT, o governo reforçava a idéia do ser humano como recurso de produção, englobando de forma integrada os conceitos de esforço físico, intelectual e social (SILVA, 1998).

No ano do efetivo início do PAT, 1977, durante o governo do Presidente Ernesto Geisel, houve adesão das empresas de grande porte, beneficiando trabalhadores do setor industrial, essencialmente de baixa renda, em consonância com a política desenvolvimentista do momento.

A década de 80 foi marcada pela crise econômica, retração das políticas sociais, altos índices de inflação e desemprego, contribuindo para a crise do regime militar. A cobertura do Programa concentrava-se nas grandes indústrias dos Estados mais desenvolvidos, talvez por essas empresas apreenderem com maior facilidade os benefícios socioeconômicos gerados pelo Programa. Apesar do comércio ser um dos setores de menor remuneração observa-se nesta década um crescimento de participação no Programa (40%), quase equiparado ao setor industrial (44%). O crescimento em empresas beneficiárias e trabalhadores beneficiados foi de mais de 800% e 300%, respectivamente, no período de 1977 a 1985, fim do governo Figueiredo (Tabela 1).

**Tabela 1** Número de empresas beneficiárias e trabalhadores beneficiados pelo Programa de Alimentação do Trabalhador, no período de 1977 a 2002

Ano	Empresas beneficiárias	Trabalhadores beneficiados	Governos da República
1977	1287	767.811	Ernesto Geisel
1985	10.851	2.584.322	Fim do governo Figueiredo
1989	30.928	5.275.100	Fim do governo Sarney
1992	36.343	5.453.378	Fim do governo Collor
1995	54.208	5.776.633	Fim do governo Itamar Franco
2002	114.809	8.502.294	Fim do 2º governo Fernando Henrique

Fonte: Programa de Alimentação do Trabalhador, 2003.

Em 1989, fim do governo Sarney, o crescimento em número de empresas beneficiárias foi de pouco mais de 100% e, em número de trabalhadores beneficiados de 200% (Tabela 1), sendo menor em relação ao período anterior, talvez, devido ao ingresso expressivo de empresas de menor porte no Programa, representando quantidade média reduzida de trabalhadores beneficiados. Esse ingresso coincide com a implantação em 1982, do sistema de refeição e alimentação-convênio (tíquete-refeição e vale-alimentação), não condicionando mais a participação da empresa ao investimento em cozinha industrial.

No governo Collor (março de 1990 a outubro de 1992 - Impeachment), a maioria dos programas de suplementação alimentar foi extinta, já que o governo, baseado em princípios neoliberais, privilegiava programas voltados à garantia de mercado, por exemplo, o incentivo às indústrias de alimentos. O PAT foi um dos Programas que resistiu, mantendo-se em funcionamento até hoje como um subsídio direto ao capital, sendo financiado pelo empregador, pelo empregado e o Estado, participando por meio de renúncia fiscal. No fim do governo Collor, o Programa contava com 36.343 empresas beneficiárias e 5.453.378 trabalhadores beneficiados, correspondendo a um aumento de mais de 100% para ambos os seguimentos em relação ao período anterior.

Em 1991, foi incorporado o fornecimento de cesta de alimentos às modalidades de prestação de serviço de alimentação (Decreto nº 5/91), estimulando a maior participação de empresas de pequeno porte.

No governo Itamar Franco (12/92 – 1/95), com a criação do Conselho de Segurança Alimentar (CONSEA), houve uma revalorização do Programa obtendo um crescimento de quase 150% em empresas beneficiárias e 106% em trabalhadores beneficiados em relação aos dois anos de governo Collor, além do crescimento de 175% e 110%, respectivamente, para o número de empresas beneficiárias e trabalhadores beneficiados em relação ao governo Sarney (Tabela 1).

No primeiro governo Fernando Henrique Cardoso (1995-1998) o Programa Comunidade Solidária deu um novo destaque ao PAT, cuja meta de cobertura seria de 13 milhões de trabalhadores do mercado formal, o que não aconteceu, visto que, até o final do seu segundo mandato (2002), o número de trabalhadores beneficiados não alcançou nove milhões, em consequência, talvez, da retração em número de empregos formais no mesmo período (Tabela 1).

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Refeições Coletivas, ABERC (2002), desde os anos noventa, o crescimento do número de refeições fora do lar no mercado nacional tem sido de 20% a 30%, movimentando cinco bilhões de dólares ao ano, o que representa 1% do PIB. Para esta associação, o mercado nacional pode se expandir mais, tendo potencial em torno de 23 milhões de refeições diárias para empregados de empresas e 17 milhões em escolas, hospitais, sistema penitenciário e forças armadas, influenciando a geração de empregos diretos e indiretos.

Em 1997, foi criada a Comissão Tripartite do PAT (CTPAT) com o objetivo de focalizar as negociações que envolvem as associações de empregadores, trabalhadores e o governo. Esta comissão se reúne periodicamente para discutir problemas relacionados à operacionalização do Programa.

MAGALHÃES (2002) analisou o conteúdo de vinte reuniões da CTPAT realizadas no período de 1997-2001, e concluiu que são poucos os confrontos políticos entre governo, empregadores e trabalhadores, e que este campo de discussão tem propiciado aos segmentos interessados participar da formulação e fiscalização deste Programa, compartilhando democraticamente das decisões que dizem respeito a operacionalização do mesmo. Vale ressaltar que esta comissão reformulou o PAT, flexibilizando a legislação que o ampara, tendo como meta a ampliação do número de trabalhadores beneficiados e maior adesão por parte das empresas. Mas, outras questões deveriam ser incluídas como uma avaliação qualitativa em relação aos indicadores de impacto deste Programa.

O Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) avalia positivamente a evolução do Programa desde sua implantação, visto a adesão crescente das empresas beneficiárias, levando à criação de novos postos de trabalho. Estima-se que mais de 300 mil trabalhadores atuem junto às empresas prestadoras de serviços de alimentação coletiva e à rede de estabelecimentos que fornecem a matéria-prima às empresas. O MTE acredita ser o PAT uma das iniciativas públicas de maior sucesso em âmbito mundial, estimulando outros países como China, Índia e África do Sul a virem conhecer nossa tecnologia de concessão de alimentação à população trabalhadora, para que possam implantar seus próprios programas (CFN, 2002).

Outro ponto positivo, segundo o MTE, é a baixa desistência do Programa, pois desde 1999, somente 1% das empresas que aderiram ao PAT desistem a cada ano de sua utilização, levando a um baixo prejuízo em número de trabalhadores que deixam de receber o benefício (em torno do 0,6%).

Quanto às perspectivas, o MTE aponta duas possibilidades de melhoria: uma em relação à fiscalização, pela ampliação e aprimoramento da divulgação do Programa e treinamento de todo corpo fiscal, outra em relação à educação alimentar através da elaboração, por um grupo técnico da Comissão Tripartite do PAT, de um manual para empresários e profissionais da área de nutrição, bem como cartilha para os trabalhadores, incentivando-os às práticas saudáveis de vida e alimentação.

Há ainda, a cooperação técnica entre o MTE, por intermédio do DSST, e o Conselho Federal de Nutricionistas (CFN) desde 12 de abril de 2002, com vigência de cinco anos, com o objetivo de desenvolver ações conjuntas no âmbito do PAT, para a proteção e promoção da saúde do trabalhador por meio de seminários regionais, com a apresentação de experiências bem sucedidas em alimentação dos trabalhadores. Além de ações conjuntas de fiscalização, cada uma dentro de sua área de competência, visando à melhoria da operacionalização dos programas de alimentação adotados pelas empresas e junto à rede de restaurantes, bares e similares e aos supermercados e afins, para uma maior conscientização destes quanto ao fornecimento de produtos alimentícios adequados aos trabalhadores beneficiados (PAT, 2002).

## **AVALIAÇÃO QUALITATIVA DO PAT EM RELAÇÃO AOS OBJETIVOS PROPOSTOS**

### **Produtividade**

Segundo MOURA (1986), a produtividade mencionada entre os objetivos do PAT refere-se ao aumento da produtividade média da mão-de-obra, sendo de difícil mensuração, a não ser por complexas fórmulas matemáticas, por este motivo, é constantemente avaliada por indicadores indiretos como licenças médicas, absenteísmo, rotatividade, fadiga e acidentes de trabalho.

Alguns trabalhos mostram uma relação positiva entre um suprimento alimentar adequado e a produtividade. GOMES (1978) afirma que severas restrições calóricas podem levar a uma redução de 30% na força muscular, 15% na precisão dos movimentos e até 80% na aptidão para o trabalho, medida por testes psicológicos.

WOLF, citado por AMÂNCIO (1991), observou aumento de 32% na produtividade de trabalhadores cortadores de cana do interior de São Paulo, quando ofertada uma alimentação balanceada ao dia, juntamente com o tratamento de parasitoses. Ainda em cortadores de cana, VENEZIANO (1994) relata um aumento de produtividade de 52% e diminuição do absenteísmo em 38%, após cinco anos de fornecimento de alimentação aos trabalhadores.

Em pesquisa realizada com trabalhadores franceses MANILLIER *et al.* (1993), constataram um aumento de reclamações de fadiga entre indivíduos com alimentação insuficiente no almoço.

MOURA (1986), estudando 85 empresas inscritas no PAT, com o intuito de avaliar indicadores de impacto do Programa, como licenças médicas, acidentes de trabalho, absenteísmo e rotatividade, em Pernambuco no período de 1977 a 1980, mostrou que a média das licenças médicas variou entre 2,81 e 5,67 por trabalhador/ano, refletindo a precária situação de saúde do trabalhador com evidente prejuízo econômico para o Estado, além da redução da resistência física do trabalhador.

Quanto aos acidentes de trabalho MOURA (1986) sugeriu um impacto sobre a redução dos dias perdidos por acidente e rotatividade, embora não tenha influenciado na redução da gravidade dos acidentes ocorridos, mesmo porque, este não é um dos objetivos do PAT, visto que está mais relacionado ao processo de trabalho em si, tendo para isso que avaliar medidas de minimização de riscos. O maior impacto observado foi em relação ao absenteísmo que foi reduzindo ano após ano de participação no PAT.

Outros trabalhos apontam a diminuição de acidentes de trabalho relacionada à oferta de alimentação equilibrada aos trabalhadores como o de BARROS (1989), que registrou queda de 11,5% no número de acidentes em trabalhadores da construção civil.

Porém, ainda são poucos os trabalhos que avaliam o PAT desde sua implantação. Os relatórios elaborados pelo MTE estão mais relacionados à cobertura de empresas beneficiárias e de trabalhadores beneficiados, por modalidade de fornecimento de alimentação, não havendo investigação sobre a qualidade da alimentação ofertada aos trabalhadores e o impacto da mesma sobre a saúde destes.

### **Melhoria das condições de saúde dos trabalhadores**

Algumas pesquisas realizadas, a partir da década de oitenta, visando avaliar o PAT apontam a questão da inadequação nutricional da alimentação oferecida ao trabalhador beneficiado pelo Programa.

Sabe-se que para produzir energia o organismo deve absorver energia. Estudos indicam que o ser humano tendo uma alimentação restrita perde força muscular e precisão em seus movimentos, influenciando não só na agilidade e rapidez no trabalho, como na coordenação e nível de aprendizado (MAZZON, 1992). Daí a necessidade de um suprimento adequado ao trabalhador, não só em energia, mas também em macro e micronutrientes.

MOURA (1986) analisando a alimentação oferecida em 76 empresas de Pernambuco, inscritas no PAT entre 1977 e 1980, observou que 63% delas ofereciam cardápios com menos de 1400Kcal. No entanto, destas refeições, 54% apresentavam NDpCal% superior a 12%, mostrando um aporte protéico superior ao recomendado, ou seja, refeições hiperprotéicas. Foi constatado também que as refeições eram insuficientes em quantidade de carboidratos e continham excesso de proteínas e lipídios, demonstrando inadequação qualitativa.

Esses dados reforçam os resultados encontrados por GAMBARDELLA (1990); FREIRE e SALGADO (1995); ZACARELLI *et al.* (2001), que evidenciaram inadequações nutricionais nos cardápios oferecidos a trabalhadores da região metropolitana de São Paulo de empresas beneficiárias do PAT. Sugerem a necessidade de uma melhor adequação dos cardápios elaborados à necessidade nutricional dos trabalhadores alvo do Programa, pois, apesar de quantitativamente adequados, em relação às calorias preconizadas pelo PAT, os cardápios apresentavam inadequação qualitativa, em vista de apresentarem baixo teor de hidrato de carbono, serem hiperprotéicos e hiperlipídicos.

Estes resultados levam a crer que o PAT pode estar contribuindo para o desequilíbrio nutricional da população por ele beneficiada, havendo necessidade de ajustes, visto que alguns trabalhos apontam para uma relação positiva entre ser beneficiado pelo Programa e o aumento de sobrepeso e obesidade.

O trabalho recentemente realizado por VELOSO e SANTANA (2002) com o objetivo de avaliar o impacto do PAT no estado nutricional de trabalhadores brasileiros, medido pelo ganho de peso e desenvolvimento de pré-obesidade, mostrou que os trabalhadores cobertos pelo PAT apresentavam taxas mais elevadas de triglicédeos, colesterol total, glicemia e hipertensão arterial do que os trabalhadores do grupo sem programa de alimentação. A pré-obesidade foi mais comum entre os trabalhadores beneficiados por outros programas. Foi estimada uma associação estatística positiva e significativa entre aumento de peso e ser trabalhador de empresa coberta pelo PAT ou outro programa de alimentação, em comparação aos trabalhadores não cobertos por nenhum programa. Foi observado também, que a associação PAT ou outros programas e aumento de peso se eleva à medida que o nível socioeconômico diminui.

Em trabalho realizado por ZACARELLI *et al.* (2001) objetivando avaliar o estado nutricional, características da alimentação e padrão de atividade física de 132 trabalhadores, de ambos os sexos, de seis empresas paulistas integrantes de um programa de qualidade de vida, promovido por uma companhia de seguro saúde, os resultados mostraram uma prevalência de sobrepeso e obesidade de 31,1%.

BURLANDY e ANJOS (2001) apontam, em trabalho realizado a partir dos dados da Pesquisa sobre Padrão de Vida (PPV) elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) nas regiões Sudeste e Nordeste entre 1996 e 1997, a inadequação de focalização do PAT no que se refere à vulnerabilidade biológica dos trabalhadores beneficiados por vale-refeição e cesta básica, visto que existe menor proporção de acesso ao benefício nas localidades que concentram os percentuais mais elevados de desnutrição (Região Nordeste e área rural). Apesar da cobertura ser semelhante entre indivíduos com baixo peso no Nordeste e Sudeste, 23,6% e 22,8%, respectivamente, há disparidade quando se compara a cobertura a indivíduos com sobrepeso entre as duas regiões, comportando-se superior para a região Sudeste (38,4%) em relação à Nordeste (16,8), sendo que a população com sobrepeso é bem maior na região Sudeste, 41%, contra 34,1% no Nordeste.

Em relação à faixa salarial, MOURA (1986) observou que em 1980 dos trabalhadores beneficiados pelo PAT no Estado de Pernambuco mais de 60% encontrava-se na faixa de até 2 salários-mínimos, principalmente em empresas de pequeno e médio porte, passando para 70% se somasse trabalhadores com até 5 salários-mínimos, mostrando, com isso, que o Programa cumpre seu papel, ao atingir trabalhadores de renda mais baixa.

BURLANDY e ANJOS (2001) constataram, através da PPV, que 77% dos trabalhadores beneficiados com vale-refeição e cesta básica encontram-se na faixa salarial de até seis salários-mínimos, porém no primeiro quintil de renda domiciliar três vezes mais indivíduos do Sudeste (12,3%) recebem o benefício em comparação aos do Nordeste (3,6%) e, ainda, os indivíduos de faixa salarial mais baixa não são os reais beneficiados, visto que tanto na região Sudeste como na Nordeste a população situada nos quintis de renda mais altos têm maior acesso ao recebimento do benefício.

Os autores atribuem estes dados ao fato de os trabalhadores que percebem menor salário encontrarem-se em empresas que não aderem ao Programa, principalmente àquelas de pequeno porte, por não considerarem o incentivo fiscal oferecido vantajoso, ou estarem no mercado informal. Além disso, as empresas que mais aderem ao Programa são as do setor industrial, concentradas na região Sudeste, conferindo maior cobertura para essa região.

Esses resultados sugerem que há um descompasso entre os objetivos em relação à saúde dos trabalhadores e a operacionalização do Programa, não havendo uma efetiva fiscalização deste.

## **DISTORÇÕES E PROPOSTAS PARA O APERFEIÇOAMENTO DO PROGRAMA**

Algumas publicações apontam vantagens e distorções do Programa de Alimentação do Trabalhador, bem como propostas para aperfeiçoar o mesmo feitas pelo segmento interessado como: empresários de concessionárias de alimentação e de administradoras de vale-alimentação, sindicatos de trabalhadores, representante do Programa e conselhos de categoria profissional (nutricionistas).

A década de noventa talvez tenha sido aquela em que mais se discutiu o Programa, sendo este fortalecido pela criação do Conselho Consultivo de Segurança Alimentar proposto pelo Sociólogo Herbert de Souza (Betinho) para combate à fome.

A maior crítica ao Programa está relacionada à sua instabilidade, pois, dependendo da estrutura do governo vigente, o Programa estará subordinado a vários Ministérios, ou mesmo poderá sofrer ameaça de extinção, como ocorreu no governo Collor, quando o Programa foi desarticulado, passando a funcionar com apenas uma técnica e três funcionários. A gerente do PAT, Eglacy Porto Ferreira e Silva à época comentou: *“O programa respira na atmosfera do Brasil real. Homens e políticas definidas vão e voltam sem cerimônia como portas vaivém”* (PAT, o resgate, 1993).

Na avaliação do PAT a técnica, ainda, apontava para o despreparo das Delegacias Regionais do Trabalho em prestar informações sobre o Programa, fazendo com que houvesse sobrecarga em Brasília. Daí a necessidade de desburocratização para melhor controlar o Programa com exigência de maior participação das empresas beneficiárias.

Outra distorção do Programa apontada foi a utilização do mesmo como prêmio aos funcionários, no caso da distribuição de cestas de alimentos aos funcionários sem faltas ou atrasos; a comercialização de vales-convênio como moeda corrente e descaracterização do Programa pela falta de controle sobre a alimentação do trabalhador beneficiado por estas modalidades.

Os sistemas de refeição e alimentação-convênio sempre tiveram, desde a década de oitenta, grande aceitação pelas empresas, apesar das críticas feitas pelas concessionárias de alimentação, que perderam um pouco seu espaço, tendo algumas que serem fechadas, pois, a partir de 1991 estas modalidades vêm liderando como forma de benefício ao trabalhador, hoje participando juntas com 70% do benefício concedido (Tabela 2).

**Tabela 2 Benefícios concedidos por modalidades de serviço oferecidas pelo Programa de Alimentação do Trabalhador em 2002**

<b>Modalidades de serviço</b>	<b>Trabalhadores beneficiados</b>	<b>Percentual de benefícios concedidos</b>
Serviço próprio	935.252	11%
Administração de cozinha	1.275.344	15%
Refeição transportada	340.092	4%
Refeição-convênio	2.210.596	26%
Alimentação-convênio	4.040.551	24%
Cesta de alimentos	1.700.459	20%
<b>Total</b>	<b>8.502.294</b>	<b>100%</b>

Fonte: Programa de Alimentação do Trabalhador, 2003.

O Ministro do Trabalho Marcelo Pimentel, em 1994 avaliou as modalidades de concessão de benefício alimentação, acreditando na desvinculação do sistema de tíquete/vale do PAT, por não oferecer alimentação, e sim crédito para aquisição de alimentos, sendo esta atividade de natureza bancária, relatando:

*“Acho que as duas atividades são lícitas. Uma é o serviço de alimentação que fornece alimentação e que está subvencionado pelo Estado por meio de alíquota de imposto de renda. O outro sistema é o cheque, o tíquete, que é uma operação comercial, uma operação de venda à crédito absolutamente normal que deverá ser regulamentada pelo Banco Central, em características mais precisas de atividade bancária”*

(O PAT é definitivo, 1994).

Apesar das críticas tecidas a estas modalidades não se pode esquecer que para os trabalhadores do setor terciário (comércio e serviços), o recebimento de tíquetes é uma saída viável, dada a grande concentração demográfica, pouco espaço para a instalação de cozinhas e grande oferta de restaurantes nas imediações das empresas. Já o fornecimento de cestas básicas poderia ganhar vulto na área rural, onde não há indústria nem comércio (PAT, o resgate, 1993).

Outras distorções do Programa a partir dos anos noventa foram: o alcance de apenas 1/3 de trabalhadores do mercado formal, o não atendimento de trabalhadores do mercado informal e a predominância de empresas beneficiárias e trabalhadores beneficiados das regiões Sudeste e Sul, situação observada até os dias de hoje, visto que, em 2002, 67% dos trabalhadores beneficiados pelo PAT encontravam-se na região Sudeste; 16% no Sul; 10% no Nordeste, 5% no Centro-Oeste e 2% no Norte (PAT, 2003).

Em relação às propostas para aperfeiçoar o Programa, vários segmentos se manifestaram e, em linhas gerais, as opiniões se sobrepõem quando se trata de modificações no mesmo, principalmente no que se refere à participação nas discussões, que deve ser feita por todos os interessados. Entretanto, concessionárias, administradoras de tíquetes/vales, associações de empresas, entidades de classe e sindicatos de trabalhadores, divergem quando se trata de características específicas (PAT, 20 anos por comemorar, 1996).

Os sindicalistas defendem o aumento da vantagem tributária para as empresas, para que haja maior adesão ao Programa e, assim beneficie um maior número de trabalhadores. O custo para o Governo é de 158 milhões de reais via benefícios fiscais concedidos, por meio de abatimento do Imposto de Renda das empresas, e este gasto corresponde a apenas 0,7 dos benefícios fiscais totais concedidos pelo Governo Federal. Em termos de renúncia fiscal, os valores referentes ao PAT representam menos que as cifras envolvidas na isenção de impostos dos *free shops* localizados nos aeroportos brasileiros (O PAT e Fome Zero, 2003).

Dirigentes de entidades empresariais ligadas ao setor de alimentação para coletividades (concessionárias), desejam maior participação nas discussões para o aperfeiçoamento do Programa, criticam o sistema de refeição-convênio, quando serve de moeda corrente, por ferir um dos objetivos do PAT, que é a garantia da saúde do trabalhador.

Não acreditam que a adesão ao Programa esteja relacionada ao incentivo fiscal, mas sim à questão da qualidade, competitividade e pressão dos sindicatos. Propõem um maior controle sobre o sistema de refeição-convênio, uma maior fiscalização na execução do

Programa, a adequação permanente do valor do incentivo fiscal, levando em consideração o custo de uma refeição adequada, o estabelecimento de cotas diferenciadas para o incentivo fiscal dos setores urbano, rural e construção civil, um maior incentivo às empresas que investem em refeitórios próprios e redução para as empresas que se limitam a fornecer o vale-refeição. Por fim, acreditam que o PAT deveria ser restrito à alimentação do trabalhador, na própria empresa evitando, com isto, o desvirtuamento da utilização de tíquetes e de revenda de cestas.

Os representantes de empresas beneficiárias acham que o Programa tem que ser modernizado, adaptando-se a cada região e que o incentivo fiscal deve ser aumentado, para atrair mais empresas e minimizar o prejuízo com os custos que são elevados, já que só pode ser cobrado do trabalhador até 20% dos custos diretos.

Nutricionistas acreditam que, para atingir um maior número de trabalhadores, deveria haver mais atrativos para as empresas sob forma de incentivo fiscal e, ainda, retornar a obrigatoriedade da assinatura do nutricionista, para garantir a qualidade da alimentação do trabalhador, pois, as empresas encaminhavam anualmente à Secretaria de Inspeção do Trabalho seus formulários de inscrição no PAT, em que constava a assinatura do nutricionista. E, através da Portaria Interministerial nº 5 de 30.11.99, houve a dispensa das empresas desse encaminhamento anual, já que uma vez efetivada a adesão ao PAT, esta será por prazo indeterminado, sendo somente necessário a empresa beneficiária informar anualmente no campo três do Relatório Anual de Informações Sociais (RAIS), se participa ou não do Programa (PAT, 2002).

Outro ponto observado diz respeito à constituição de bons hábitos alimentares que o Programa poderia proporcionar, não só aos trabalhadores beneficiados, como para suas famílias e trabalhadores envolvidos no preparo das refeições. Algumas companhias de seguro têm estimulado a implantação de programas de qualidade de vida no local de trabalho incluindo, dentre outros pontos, a orientação nutricional (MEALE *et al.* 1996).

Mais recentemente, em seminário realizado com o objetivo de discutir a adequação do PAT aos objetivos do Programa Fome Zero do governo Lula e, com isso contribuir para uma política eficaz de segurança alimentar no Brasil, estiveram presentes diversos segmentos envolvidos com estes Programas e foram levantadas muitas propostas como:

- Incluir no PAT um processo eficaz de educação alimentar, já que é um dos objetivos do Fome Zero e não está contemplado, na sua totalidade, no PAT.
- Desenvolver estratégias para ampliar o escopo regional de atendimento do Programa, pois, a região Sudeste ainda é líder em número de empresas e trabalhadores beneficiados.
- Desenvolver estratégias visando a inclusão de micro e pequenas empresas, visto que estas já são isentas de Imposto de Renda de Pessoa Jurídica, exatamente o instrumento utilizado para a concessão dos benefícios fiscais.

- Incluir, além das micro e pequenas empresas, aquelas que pagam o Imposto de Renda com base no lucro presumido, pois, as empresas que atualmente estão inseridas no PAT são aquelas que trabalham com o lucro real.

Outras propostas foram colocadas visando a ampliação do universo de pessoas atendidas pelo PAT como a adoção de incentivos específicos às empresas; diminuição da contribuição por parte do trabalhador para 5% do custo com a alimentação (ao contrário dos atuais 20%); inclusão dos aposentados no público alvo do PAT (o que incluiria 14 milhões de pessoas) e desempregados, através da inclusão obrigatória na indenização a ser paga por ocasião da rescisão, do fornecimento antecipado de seis meses de vales-refeição; ampliação do limite de custo da refeição de 3 UFIR's (o equivalente a R\$ 3,00); ampliação da parcela paga pelos trabalhadores que ganham acima de cinco salários-mínimos para 30%, permitindo a diminuição da parcela paga por aqueles com salários menores e aumento do abatimento do imposto devido das empresas de 4% para 15% ("O PAT e o Fome Zero", 2003).

Vimos que todas as propostas continuam sendo feitas como uma ferramenta para aumentar a renda real das pessoas e mesmo como forma de inclusão social. Porém, durante o seminário houve discordância entre os segmentos envolvidos no que se refere a obrigatoriedade de adesão ao PAT por parte das empresas, proposta aceita por todos os representantes dos trabalhadores através das sessões sindicais, com exceção da Central Única dos Trabalhadores, ponderando que essa medida poderia resultar em aumento da informalidade nas relações de trabalho, já que só os trabalhadores do mercado formal têm direito ao Programa ("O PAT e o Fome Zero", 2003).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES**

Observa-se, ao longo do tempo, um gradativo aumento tanto de empresas beneficiárias quanto de trabalhadores beneficiados desde a implantação do PAT. Em relação à modalidade de serviço, a refeição-convênio, alimentação-convênio e cestas de alimentos têm a preferência por parte das empresas beneficiárias. Vale ressaltar que estas modalidades são as de maior dificuldade de avaliar o benefício da alimentação para o trabalhador, visto que há grande rede de estabelecimentos envolvida na distribuição das refeições ou alimentos, sendo quase impossível saber se os trabalhadores estão fazendo uso correto do benefício, além dos problemas ocorridos na operacionalização de concessão do mesmo, como a transformação dos vales em moeda corrente.

Apesar das críticas, o Programa traz vantagens para as empresas participantes, pois, as mesmas tornam-se mais competitivas, os trabalhadores trabalham mais motivados, podendo levar ao aumento da produtividade. Porém, tem-se que considerar que o Programa não tem sido devidamente avaliado, principalmente em indicadores qualitativos, observando-se ao longo do tempo o afastamento cada vez maior da educação nutricional, prática quase inexistente, suplantada pela cultura dos baixos custos e altos lucros das

empresas, além da diversificação de produtos, levando às unidades de alimentação e nutrição a oferecerem diferentes formas de distribuição das refeições, como por exemplo o sistema *self-service* e comida a peso, entre outros, em que há um estímulo ao consumo exagerado de alimentos (LANZILLOTTI, 2000), podendo contribuir para o aumento de sobrepeso, obesidade, doenças cardiovasculares, dentre outras.

Cabe também questionar a cooperação técnica entre o MTE e o CFN junto a estabelecimentos de refeições coletivas, devido à dificuldade em avaliar o impacto nutricional do PAT, principalmente nas modalidades de serviço terceirizado em que a empresa prestadora do serviço perde o contato com o trabalhador, como é o caso do fornecimento de alimentação por meio de refeição e alimentação-convênio.

Há que se pensar em um novo modelo de desenvolvimento do Programa, visto que atinge somente trabalhadores do mercado formal e, principalmente de regiões mais desenvolvidas onde se concentram mais as indústrias.

Por fim, há necessidade de maior envolvimento de entidades interessadas na área de alimentação coletiva, como Conselhos (Federal e Regionais) e Associações de Nutricionistas, empresas fornecedoras e prestadoras de serviços de alimentação coletiva, Delegacias Regionais do Trabalho e Sindicatos laborais e patronais, com o intuito, não só de melhorar a fiscalização do Programa de Alimentação do Trabalhador, mas também de fazer com que o Programa contribua para a melhoria das condições de saúde dos trabalhadores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS/REFERENCES

- AMANCIO, R.M.A. Contribuição das refeições oferecidas em uma indústria têxtil Cearense para o atendimento das recomendações nutricionais de seus funcionários. In: *Alimentos 91*, São Paulo: ABERC, 1991. p.37-60.
- BARROS, S.C.R. Má alimentação pode gerar acidentes do trabalho. *Revista CIPA*, São Paulo, v.119, p.20-36, 1989.
- BRASIL. CONSELHO FEDERAL DE NUTRICIONISTAS (CFN). Ministério do Trabalho e Emprego vai iniciar fiscalização conjunta do Programa de Alimentação do Trabalhador ainda este ano: entrevista com o Ministro do Trabalho e Emprego, Paulo Jobim Filho. *Revista do Conselho Federal de Nutricionistas*, Brasília, v.7, p.8-9, 2002.
- BURLANDY, L.; ANJOS, L. A. dos. Acesso a vale-refeição e estado nutricional de adultos beneficiários do Programa de Alimentação do Trabalhador no Nordeste e Sudeste do Brasil, 1997. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v.17, n.6, p.1457-64, nov/dez. 2001.
- FREIRE, R.B.M.; SALGADO, R.S. Avaliação de cardápios oferecidos a trabalhadores horistas. *Mundo da Saúde*, São Paulo, v.22, n.5, p.298-301, 1995.
- GAMBARDELLA, A.M.D. *O Programa de Alimentação do Trabalhador frente às recomendações nutricionais para esse segmento específico de população: área metropolitana de São Paulo*. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1990. 87p.

GOMES, J.R.G. *Dispêndio energético e reposição calórica em algumas funções da Indústria automobilística*. Tese de Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1978. 109p.

LANZILLOTTI, H. S. *Contribuição ao estudo da alimentação coletiva no capitalismo fordista*. Rio de Janeiro: Tese de Doutorado. Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), 2000. 223p.

MAGALHÃES, S.G. *Comissão Tripartite do Programa de Alimentação do Trabalhador- CTPAT: processo decisório. Um estudo exploratório – 1977/2001*. Rio de Janeiro: Dissertação de Mestrado. Escola Nacional de Saúde Pública - FIOCRUZ, 2002. 259p.

MANILLIER, P.; JACQUINET-SALORD, M.C.; RAVELONANOSY, M.J.; FOURIAUD, C. Mode de restauration des salariés de petites et moyennes Entreprises de la région parisienne. *CAMIP*, Paris, v. 4, p. 277-284, 1993.

MARCON, M.C. *As novas propostas de organização do trabalho e a participação do trabalhador: um estudo de caso, desenvolvido junto a uma unidade de alimentação e nutrição tipo concessionária, sob um enfoque ergonômico*. Florianópolis: Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, 1997. 134p.

MAZZON, J.A. O Programa de Alimentação do Trabalhador e o sistema de refeições convênio. *ABRH/ASSERT*, São Paulo, v.11, p.2, 1992.

MEALE, M.M.S.; ARENA, U.F.; TRENAHI, V.M.M.; SANTANA, C.S.; SANTOS, J.F.; FARIAS, M.S.L.F. Perfil nutricional de indivíduos participantes de um plano de condicionamento físico em empresa privada. *Rev. Soc. Cardiol.* São Paulo, v.6 (1, Supl. A), p.13-17. 1996.

MENEZES, M.F.G. *A prática educativa do nutricionista nas áreas de alimentação coletiva e nutrição clínica: um estudo em dois hospitais públicos no município do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Dissertação de Mestrado. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 1997. 121p.

MOURA, J.B. Avaliação do Programa de Alimentação do Trabalhador no Estado de Pernambuco, Brasil. *Rev. Saúde Pública*, São Paulo, v.20, n.2, p.115-128, 1986;

O PAT é definitivo. *Cozinha Industrial*. São Paulo, v.47, p.16-22, 1994.

O PAT e o fome zero. São Paulo. *Seminário*. Instituto Cidadania; DIEESE. 28 de abril de 2003. (mimeo) 3p.

PAT, o resgate. *Cozinha Industrial*. São Paulo, v.30, p.16-25, 1993.

PAT, 20 anos por comemorar. *Cozinha Industrial*. São Paulo, p.32-42, 1996.

PROENÇA, R.P.C. *Inovação tecnológica na produção de alimentação coletiva*. Florianópolis: Insular, 1997. 136p.

PROGRAMA DE ALIMENTAÇÃO DO TRABALHADOR (PAT). [online]. Disponível na Internet via <http://www.mte.gov>. Arquivo capturado em 18/07/2002.

\_\_\_\_\_. [online]. Disponível em <http://www.mte.gov>. Arquivo capturado em 24/03/2003.

SILVA, M.H.O. *O Programa de Alimentação do Trabalhador (PAT): Estudo do desempenho e evolução de uma política social de alimentação e nutrição*. Rio de Janeiro: Dissertação de Mestrado. Escola Nacional de Saúde Pública – FIOCRUZ, 1998. 145p.

SILVA, N.F. *Auxílio alimentação: do papel à cédula, uma nova estratégia de utilização: uma proposta de restaurante em universidade pública*. Niterói: Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Fluminense, 2002. 94p.

VELOSO, I.S.; SANTANA, V.S. Impacto nutricional do Programa de Alimentação do Trabalhador no Brasil. *Rev. Panam. de Salud Publica*, v.11, n.1, p.24-31, 2002.

VENEZIANO, P.R. Restaurante industrial versus trabalhador rural e o aumento da produtividade. In: *Alimentos 93*, São Paulo: ABERC; 1994. 23p.

VIANA, S.V. *Nutrição Trabalho e Sociedade: uma identidade profissional em conflito*. São Paulo/Salvador: HUCITEC-EDUFBA, 1996. 167p.

ZACCARELLI, E.M.; MARCHIONI, D.M.L.; SILVA, R.M. Perfil nutricional de adultos participantes de um projeto de educação alimentar em empresas paulistas. *Nutrição em Pauta*. São Paulo, v.51, p.42-44, 2001.

Recebido para publicação em 16/03/04.

Aprovado em 22/10/04.

## **ÍNDICE DE AUTOR/AUTHOR INDEX**

ABRÃO VER POSSIK, P.A.

ABREU, E.S., 41

CAMPANA, A.O., 99

CERVATO, A.M., 25

COLARES, L.G.T., 141

COZZOLINO, S.M.F., 11

DE OLIVEIRA, L.M., 75

ESCARABAJAL, C., 51

FERRIOLLI, E., 1

FINARDI FILHO, F., 61

FISBERG, M., 11

FRANCISCO, A., 61

LUIZ, M.T.B., 61

MARCHINI, J.S., 1

MICHELAZZO, F.B., 11

NACIF, M.A.L., 41

PAIVA, S.A.R., 99

PEREIRA DA SILVA VER SILVA, M.S.P.

POSSIK, P.A., 61

SANTOS, R.M.A., 1

SILVA, L.F., 1

SILVA, M.S.P., 75

SOUSA, G., 1

SOUSA, M.V., 121

SOUZA, I.M., 1

TAGLIETA, J., 25

TENUTA FILHO, A., 51

TIRAPEGUI, J., 121

TORRES, E.A.F.S., 41

## ÍNDICE DE ASSUNTO

- 7-cetocolesterol livre
  - ocorrência, 51
- Absortimetria de raios-X, 99
- Alimentação
  - programas, 141
- Alimentos livres de glúten, 61
- Aminas biogênicas, 75
- Antropometria, 99
- Atletas
  - necessidades nutricionais, 121
- Carboidrato
  - na dieta, 121
- Colesterol
  - determinação, 51
  - dieta, 41
  - óxidos, 51
- Colesterol sanguíneo
  - efeito dos alimentos, 41
- Deficiência nutricional
  - efeitos, 75
- Desnutrição
  - efeitos, 75
- Diabetes
  - dieta, 25
- Dieta
  - avaliação, 25
  - indicadores da qualidade, 25
- Dieta para atletas, 121
- Dietoterapia, 1, 61
- Doença celíaca
  - controle, 61
- Enfermidades cardiovasculares
  - gênese, 41
- Eritrócito, 11
- Estado nutricional, 11
- Ferro
  - suplementação, 11
- Fósforo
  - determinação, 1
- Glicemia
  - dieta, 25
- Glúten, 61
- Gorduras saturadas
  - dieta, 41
- Hidrodensimetria, 99
- Impedância bioelétrica, 99
- Ingestão alimentar
  - programas, 141
- Insuficiência renal crônica, 1
- Macarrão
  - análise, 51
- Ovo
  - matéria prima, 51
- Potássio
  - determinação, 1
- Pré-escolares
  - nutrição, 11
- Programa e política de alimentação, 141
- Ressonância magnética, 99
- Sistema nervoso central
  - desenvolvimento, 75
- Suplementação alimentar, 11
- Suplementação nutricional
  - para atletas, 121
- Tomografia computadorizada, 99
- Trabalhadores
  - alimentação, 141
- Zinco
  - biodisponibilidade, 11

## SUBJECT INDEX

- Anthropometry, 99
- Athletes
  - nutritional requirement, 121
- Bioelectric impedance, 99
- Biogenic amines, 75
- Blood cholesterol
  - food effect, 41
- Carbohydrate
  - in the diet, 121
- Cardiovascular diseases
  - genesis, 41
- Celiac disease
  - control, 61
- Central nervous system
  - development, 75
- Cholesterol
  - determination, 51
  - diet, 41
  - oxides, 51
- Chronic renal failure, 1
- Computerized tomography, 99
- Diabetes
  - diet, 25
- Diet
  - evaluation, 25
  - quality indicator, 25
- Diet for athletes, 121
- Diet therapy, 1, 61
- Egg
  - raw material, 51
- Erythrocyte, 11
- Feeding
  - program and policy, 141
  - programs, 141
- Food ingestion
  - programs, 141
- Food supplementation, 11
- Free 7-keto cholesterol
  - occurrence food, 51
- Gluten, 61
- Gluten-free foods, 61
- Glycemia
  - diet, 25
- Hydrodensitometry, 99
- Iron
  - supplementation, 11
- Magnetic resonance, 99
- Malnutrition
  - effects, 75
- Nutritional deficiency
  - effects, 75
- Nutritional status, 11
- Nutritional supplementation
  - for athletes, 121
- Pasta
  - analysis, 51
- Phosphorus
  - analysis, 1
- Potassium
  - analysis
- Pre-school children
  - nutrition, 11
- Saturated fat
  - diet, 41
- Workers
  - feeding, 141
- X-ray absorptiometry, 99
- Zinc
  - bioavailability, 11

# INSTRUÇÕES AOS AUTORES

## NORMAS PARA PUBLICAÇÃO

Os artigos devem ser redigidos na ortografia oficial, em uma só face e em espaço duplo, em folhas tamanho ofício (A4), com letras corpo 12, com margens de 3cm em cada um dos lados e enumeradas em algarismos arábicos no ângulo inferior direito. Não devem ser cortadas as palavras no final das linhas.

Devem ser encaminhados um (1) original e duas (2) vias;

Quando aceito para publicação enviar cópia em disquete no programa 3/5 6.0 MS Word for Windows.

Os artigos podem ser: originais, de revisão, atualização ou notas e informações:

- a) originais: divulgam resultados de pesquisas que possam ser replicados ou generalizados;
- b) revisão: avaliação crítica da literatura sobre determinados assuntos. Devem conter conclusões ou comentários;
- c) atualização: baseada na literatura recente, descritos e interpretativos da situação em que se encontra determinado assunto;
- d) notas e informações: relatos curtos e notas prévias;
- e) são aceitos artigos em inglês e espanhol.

### FOLHA DE ROSTO (IDENTIFICAÇÃO)

- a) título e subtítulo devem ser concisos e precisos; versão em inglês e espanhol;
- b) indicar título abreviado para legenda;
- c) nome e sobrenome de cada autor; filiação à instituição e respectivo endereço;
- d) nome do departamento onde o trabalho foi realizado;
- e) nome e endereço do autor responsável;
- f) se foi subvencionado indicar o tipo de auxílio, nome do agente financeiro e o número do processo;

g) agradecimentos

1. contribuições (assessoria científica, coleta e dados, revisão crítica da pesquisa);
2. instituições (apoio econômico, material e outros).

**Introdução:** deve ser curta, definindo o problema estudado sintetizando sua importância.

**Métodos** e materiais empregados, a população estudada, a fonte dos dados e critérios de seleção, dentre outros.

**Resultados:** deve se limitar a descrever os resultados encontrados sem incluir interpretações/comparações.

**Discussão:** deve começar apreciando as limitações do estudo, seguida da comparação com a literatura e a interpretação dos autores, extraindo conclusões, indicando novos caminhos para pesquisa.

**Conclusão:** para os artigos originais.

### RESUMO E PALAVRAS-CHAVE

- a) português, inglês e espanhol (até 250 palavras);
- b) descritores (usar o vocabulário) português e espanhol: Descritores em Ciências da Saúde, da Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde-LILACS inglês: Medical Subject Headings-MESH, da National Library of Medicine.

### TABELAS E QUADROS

- a) apresentação em folhas separadas (enumeradas em ordem consecutiva, na ordem do texto) devem ter título breve;
- b) não usar traços horizontais ou verticais internos.

## FIGURAS (FOTOGRAFIAS, DESENHOS, GRÁFICOS)

Apresentação em folhas separadas (enumeradas em ordem consecutiva, na ordem do texto); Legendas à parte.

## UNIDADES

Seguir as normas do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial-INMETRO, Homepage. [www.inmetro.gov.br](http://www.inmetro.gov.br).

## ABREVIATURAS E SIGLAS

- forma padrão da língua portuguesa e inglesa;
- não usar no título e no resumo.

## AGRADECIMENTOS VER FOLHA DE ROSTO

## REFERÊNCIAS

### (ABNT NBR-6023: 2002)

- ordem alfabética;
- abreviatura dos periódicos (Index Medicus) <ftp://nlmpubs.nlm.nih.gov/online/journals/ljiweb.pdf>;
- todos os autores são citados, separados por ponto e vírgula (;)  
CORDEIRO, J. M.; GALVES, R. S.; TORQUATO, C. M.;
- indicação do autor e data **no texto**: citar entre parênteses o nome do autor e data (BRIAN, 1929);
- substituir **&** por **e** no texto e, por **ponto e vírgula (;)** nas referências (BRITTO; PASSOS, 1930), Brito e Passos (1930);
- a exatidão das referências é de responsabilidade dos autores.

## REGULAMENTO DA *NUTRIRE*: REVISTA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO= JOURNAL OF THE BRAZILIAN SOCIETY OF FOOD AND NUTRITION

### Da Revista, Sede e Fins

Art. 1º - A Nutrire: revista Brasileira de Alimentação e Nutrição=Journal of the Brazilian Society of Food and Nutrition, órgão oficial da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição – SBAN, criado em 1985, com sede\* na Av. Prof. Lineu Prestes, 580 Bloco 14, Cidade Universitária, São Paulo, Brasil, tem por finalidade publicar trabalhos técnico-científicos nas áreas de alimentação e nutrição.

Parágrafo 1: a Nutrire: revista Brasileira de Alimentação e Nutrição=Journal of the Brazilian Society of Food and Nutrition contará com as seguintes seções: artigos originais, de revisão, atualização, notas e informações, cartas ao editor, índices de autores e assuntos.

Parágrafo 2: A Comissão Editorial, o Editor-científico e o Conselho Editorial compõem a Comissão de Redação.

\*A sede da SBAN fica na jurisdição do Presidente eleito.

Art. 2º - A revista será editada, no mínimo, uma vez por ano.

Art. 3º - Periodicidade semestral.

### Da Direção e Redação

Art. 4º - O editor-responsável será o Presidente da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição-SBAN.

Art. 5º - A Comissão Editorial será composta de 7 membros, com mandato de 5 anos e escolhidos dentre seus sócios efetivos. Os membros da Comissão elegerão o editor-científico pelo mesmo período.

Parágrafo único: a renovação de seus membros será de 4 e 3, respectivamente, a cada três (3) anos.

Art. 7º - Compete à Comissão Editorial e ao Editor-científico julgar todo o material encaminhado para publicação.

Art. 8º - Compete à Comissão Editorial fazer cumprir este regulamento e seu respectivo Cronograma.

Art. 9º - Compete ao Conselho Editorial a revisão científica dos artigos recebidos.

Parágrafo único. O Conselho Editorial não terá número de membros definidos e será composto de especialistas nacionais e internacionais de cada área de Alimentação e Nutrição indicados pela Comissão Editorial.

Art. 10º - Os trabalhos aprovados para publicação deverão trazer o visto do Editor-científico.

Parágrafo único: os trabalhos serão publicados em ordem cronológica de recebimento, salvo as notas prévias.

Art. 11º - A data de recebimento do artigo constará obrigatoriamente no final do mesmo.

Art. 12º - Todo trabalho entregue para publicação deverá ser assinado pelo autor e trazer endereço para correspondência. **No caso de mais de um autor deverá expressamente ser indicado o autor responsável pela publicação.**

Art. 13º - A primeira prova gráfica será revisada pelo Editor-científico e conferida pelo autor que a rubricará. Haverá apenas duas provas gráficas.

Art. 14º - Os originais de trabalhos aceitos para publicação não serão devolvidos.

Art. 15º - É proibida a reprodução, no todo ou em parte, de trabalhos publicados na Nutrire: revista da Sociedade Brasileira

de Alimentação e Nutrição= Journal of the Brazilian Society of Food and Nutrition sem prévia autorização do autor e do Presidente da SBAN. É permitida a reprodução de resumos com a devida citação da fonte.

Art. 16º - Os autores deverão assinar a declaração de responsabilidade e transferência.

Art. 17º - Os artigos serão recebidos para publicação até 30 de janeiro e 30 de julho, de cada ano.

Art. 18º - A organização e revisão do material a ser publicado compete ao bibliotecário responsável pela normalização técnica e indexação.

Art. 19º - Os artigos devem ser enviados para o Editor-científico (1 original e 2 cópias):

Dra. Célia Colli

Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição-SBAN

Av. Prof. Lineu Prestes, 580 B14 - Cidade Universitária, Cep 05508-900 - São Paulo, SP - Brasil

## Referências

1. Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 6023: Informação e documentação - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2002. 24 p.

2. Comitê Internacional de Editores de Periódicos Médicos. Requisitos de uniformidade para manuscritos submetidos a periódicos biomédicos. An. Bras. Dermatol., Rio de Janeiro, v. 72, p. 41-53, jul./ago., 1997. [4. ed.]. Supplement 1.

3. International Committee of Medical Journal Editors. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals. Ann. Intern. Med. v.126, p.36-47, 1997. [updated may, 1999, 5<sup>th</sup> ed.].

# INSTRUCTIONS TO AUTHORS

## PUBLICATION RULES

Manuscripts must be written in the official orthography, on one side of the sheet and double space, in A4 paper and 12 pt size characters, 3 cm margins on each side and number in Arabic numerals on the lower right side. Words should not be separated at the end of the lines.

One (1) original and two (2) copies should be mailed.

When accepted for publication, an electronic copy in 3/5 6.0 MS Word must also be included.

Manuscripts can be original studies, reviews, updates or notes and information:

- a) original data: disclosure of results that can be replicated or generalized;
- b) reviews: critical overview of the literature on specific issues. They must contain conclusions or comments;
- c) updates: based on recent literature, describing and interpreting the current situation of a chosen issue;
- d) notes and information: short reports and previews;
- e) the manuscript can be written in Spanish or Portuguese.

### FRONT PAGE

- a) title and heading; in English and Spanish;
- b) running title;
- c) name and surname of each author, affiliation, and address;
- d) department where the study was performed;
- e) name and address of the principal investigator;
- f) if based on a Thesis, indicate the title, year and institution where it was carried out;
- g) if presented in a scientific meeting, indicate the name of the event, place and date;
- h) if financial supported was provided

indicate the type of support, name of the funding agency and grant number.

i) acknowledgements:

1. Contributions (scientific consulting, data collection, critical revision of the study);
2. Institutions (financial support, material, etc).

**Introduction:** must be concise, defining the problem under study, summarizing its importance.

**Methods** and materials employed, the population under study, data source and selection criteria, among others.

**Results:** must be limited to description of the results without including interpretations/comparisons.

**Discussion:** must begin by pointing out the limitations of the study, followed by a comparison with the literature and interpretation of the data, extracting conclusions and indicating new ways of research.

**Conclusion:** for original studies.

### SUMMARY AND KEY-WORDS

- a) in Portuguese, English and Spanish, up to 250 words;
- b) keywords in Portuguese and Spanish: Descritores em Ciências da Saúde, of Latin-American and Caribbean Literature in Health Sciences-LILACS In English: Medical Subject Headings-MESH of the National Library of Medicine;

### TABLES

- a) Must be in separate sheets (number consecutively, in the order that they appear in the text) with a short title;
- b) Should not contain inner horizontal or vertical borders;

## **FIGURES (PHOTOGRAPHS, DRAWINGS, GRAPHICS)**

Must be in separate sheets (numbered consecutively, in the order that they appear in the text); captions are apart.

## **UNITS**

Must follow the guidelines of the Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO, homepage: [www.inmetro.gov.br](http://www.inmetro.gov.br)

## **ABBREVIATIONS**

- a) Standard pattern of Portuguese and English languages;
- b) Must not be used in the Title and Summary.

## **ACKNOWLEDGEMENTS – SEE FRONT PAGE REFERENCES (ABNT NBR 6023, 2000)**

- a) Alphabetical order;
- b) Journal abbreviations (Index Medicus);
- c) All authors must be cited, separated by semi-colon (;);  
CORDEIRO, J.M.; GALVES, R.S.; TORQUATO, C.M.;
- d) Citation of author and year of publication in the text: in parenthesis (BRIAN, 1929);
- e) use e instead of & in the text and ; in the list of references (BRITTO e PASSOS, 1930);
- f) The authors are responsible for the accuracy of the references.

## **DIRECTIVE OF *NUTRIRE*: JOURNAL OF THE BRAZILIAN SOCIETY OF FOOD AND NUTRITION**

### **Of the Journal, Headquarters and Purposes**

Art. 1° - *Nutrire*, Journal of the Brazilian Society of Food and Nutrition, is the official organ of the Brazilian Society of Food and Nutrition –SBAN, created in 1985, located\* at Av. Prof. Lineu Prestes, 580 Bloco 14, Cidade Universitária, São Paulo, Brazil, with the purpose to publish technical-scientific papers in food and nutrition.

Paragraph 1: *Nutrire*, Journal of the Brazilian Society of Food and Nutrition will be composed by the following sections: Original data, Reviews, Updates, Notes and Information, Letters to the Editor, Author and Issue Indices;

Paragraph 2: The Editorial Committee, Scientific Editor and Editorial Board compose the Composition Committee.

\*The headquarters are located at the jurisdiction of the President elected.

Art. 2° - The journal will be published, at least, once a year.

Art. 3° - Periodicity: semester.

### **Of the Direction and Editorial**

Art. 4° - The Editor-in-Chief will be the President of the Brazilian Society of Food and Nutrition-SBAN.

Art. 5° - The Editorial Committee will be composed of 7 members, with a 5-year mandate to be chosen among the effective members. The members of the Committee will elect the Scientific-Editor for the same period.

Single paragraph: renewal of the members will be of four and three, respectively, every three years.

Art. 6° - Is the competence of the Editorial Committee and of the Scientific-Editor to judge all material submitted to publication.

Art. 7° - Is the Editorial Committee's competence to fulfill this regulation and its Timetable.

Art. 8° - Is the Editorial Board's competence to perform the scientific revision of the manuscripts received.

Single Paragraph: The Editorial Board will not have a permanent number of members and will be composed of national and international experts in each area of Food and Nutrition, indicated by the Editorial Committee.

Art. 9° - The papers approved for publication must be signed by the Scientific-Editor.

Single Paragraph: Papers will be published in the order of receipt, except when noted.

Art. 10° - Date of receipt will appear at the end of the paper.

Art. 11° - Every manuscript submitted for publication must be signed by its author and must contain an address of correspondence. In case of more than one author, the principal investigator must be indicated.

Art. 12° - The first galley proof will be revised by the Scientific-Editor and checked and signed by the author. There will be only two galley proofs.

Art. 13° - The original versions of the manuscripts accepted for publication will not be returned to the authors.

Art. 14° - Total or partial reproduction of papers published by Nutrire, Journal of the Brazilian Society of Food and Nutrition without previous authorization of the author or SBAN's president is strictly forbidden. Reproduction of the summaries is allowed when appropriately cited.

Art. 15° - The authors must sign a Copyright Transfer and a Term of Responsibility.

Art. 16° - Due dates for manuscripts to be received for publication are January 30 and July 30 of each year.

Art. 17° - Organization and revision of the material to be published is under the librarian's responsibility for technical normalization and indexing.

Art. 18° - Manuscripts must be mailed to the Scientific-Editor (one original and two copies):

Dr. Célia Colli.

Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição-SBAN

Av. Prof. Lineu Prestes, 580 B14 - Cidade Universitária, Cep 05508-900 - São Paulo, SP - Brazil.

## References

1. [Brazilian Association of Technical Guidelines] Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 6023: Informação e Documentação; Referência, Elaboração. Rio de Janeiro, 2000. 22p.

2. [International Committee of Editors of Medical Journals. Uniformity of requirements for manuscripts submitted to biomedical journals] Comitê Internacional de Editores de Periódicos Médicos. Requisitos de uniformidade para manuscritos submetidos a periódicos biomédicos. An. Bras. Dermatol., Rio de Janeiro. v.72, supl. 1, p.41-53, jul./ago., 1997. [4.ed.]

3. International Committee of Medical Journal Editors. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals. Ann. Intern. Med. v.126, p.36-47, 1997. [updated may, 1999, 5th ed.]

---

## **NUTRIRE: REVISTA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO**

### **Comissão Editorial / Editorial Committee**

**Célia Colli** - *Editor Científico / Scientific editor*  
Faculdade de Ciências Farmacêuticas da  
Universidade de São Paulo

**Elizabeth Wenzel de Menezes** - Faculdade de Ciências  
Farmacêuticas da Universidade de São Paulo

**Fernando Salvador Moreno** - Faculdade de Ciências  
Farmacêuticas da Universidade de São Paulo

**Franco Maria Lajolo** - Faculdade de Ciências  
Farmacêuticas da Universidade de São Paulo

**Hélio Vannucchi** - Faculdade de Medicina de  
Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

### **Conselho Editorial / Editorial Board**

**Álvaro Oscar Campana** - Faculdade de Medicina  
de Botucatu da Universidade Estadual Júlio de  
Mesquita Filho

**Anita Sachs** - Universidade Federal de São Paulo /  
Escola Paulista de Medicina

**Dirce Maria Sigulem** - Universidade Federal de  
São Paulo / Escola Paulista de Medicina

**Elizabeth de Souza Nascimento** - Faculdade de  
Ciências Farmacêuticas da Universidade  
de São Paulo

**Elizabeth Aparecida Ferraz Silva Torres** - Faculdade  
de Saúde Pública da Universidade de São Paulo

**Felix Reyes** - Faculdade de Engenharia de Alimentos  
da Universidade Estadual de Campinas

**José Augusto de Aguiar Taddei** - Universidade Federal  
de São Paulo / Escola Paulista de Medicina

**José Alfredo Gomes Arêas** - Faculdade de Saúde  
Pública da Universidade de São Paulo

**Júlio Cesar Moriguti** - Faculdade de Medicina de  
Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

**Júlio Tirapegui** - Faculdade de Ciências  
Farmacêuticas da Universidade de São Paulo

**Lilian Cuppari** - Universidade Federal de São  
Paulo / Escola Paulista de Medicina

**Luiz Antonio Gioielli** - Faculdade de Ciências  
Farmacêuticas da Universidade de São Paulo

**Maria de Fátima N. Marucci** - Faculdade de  
Saúde Pública da Universidade de São Paulo

**Maria de Lourdes Pires Bianchi** - Faculdade de  
Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto da  
Universidade de São Paulo

**Maria José Roncada** - Faculdade de Saúde Pública  
da Universidade de São Paulo

**Maria Lúcia Rosa Stefanini** - Instituto de Saúde  
da Secretaria da Saúde de São Paulo

**Maria Sylvania de Souza Vitalle** - Universidade Federal  
de São Paulo / Escola Paulista de Medicina

**Olga Maria S. Amancio** - Universidade Federal de  
São Paulo / Escola Paulista de Medicina

**Rebeca C. de Angelis** - Instituto de Ciências  
Biomédicas da Universidade de São Paulo

**Regina Mara Fisberg** - Faculdade de Saúde  
Pública da Universidade de São Paulo

**Rejane Andréa Ramalho** - Universidade Federal  
do Rio de Janeiro

**Rui Cury** - Instituto de Ciências Biomédicas da  
Universidade de São Paulo

**Semiramis Martins Álvares Domene** - Pontifícia  
Universidade Católica de Campinas

**Silvia Berlanga de Moraes Barros** - Faculdade de  
Ciências Farmacêuticas da Universidade de São  
Paulo

**Sonia Tucunduva Philippi** - Faculdade de Saúde  
Pública da Universidade de São Paulo

**Sophia Cornbluth Szarfarc** - Faculdade de Saúde  
Pública da Universidade de São Paulo

**Tasso Moraes e Santos** - Universidade Federal de  
Minas Gerais

**Thaís Borges César** - Faculdade de Ciências  
Farmacêuticas da Universidade Estadual Júlio  
de Mesquita Filho

**Tullia M. C. C. Filisetti** - Faculdade de Ciências  
Farmacêuticas da Universidade de São Paulo

### **Normalização e indexação / Normalization and indexing**

Bibl. M. Della Fuente

À Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição reservam-se todos os direitos, inclusive os de tradução, em todos os países signatários da Convenção Panamericana e da Convenção Internacional sobre os direitos autorais. Não nos responsabilizamos por conceitos emitidos em matéria assinada e também não aceitamos matéria paga em nosso espaço editorial. Os pontos de vista, as visões políticas e as opiniões aqui emitidas, tanto pelos autores como pelos anunciantes, nem sempre refletem a orientação desta revista.

The SBAN reserves all rights, including translation rights, in all signatory countries of the Panamerican Copyright Convention and of the International Copyright Convention. The SBAN will not be responsible for concepts expressed in signed articles, and do not accept payed articles. The views, political views and opinions expressed here by authors or by advertisers do not always reflect the policies or position of the Nutrire. No articles published here may be reproduced or distributed for any purpose whatsoever without the express written permission. Reproduction of abstracts is allowed as long as the right source is quoted.

A Nutrire é indexada pelas seguintes bases de dados: Chemical Abstracts, Lilacs (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde) e Peri (Esalq)

Patrocínio



*Good Food, Good Life*