

# 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.\*

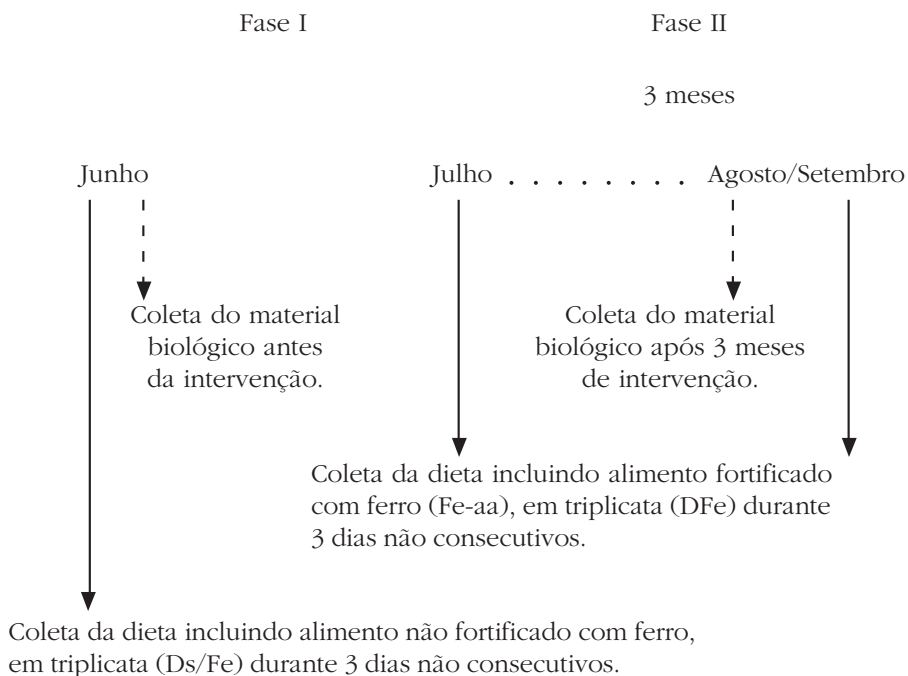
O estudo foi realizado no 2º semestre de 1994, em dois momentos: FASE I (FI), período pré-suplementação, com duração de 1 mês, onde os pré-escolares, após serem caracterizados quanto ao sexo, idade, peso e estatura, receberam dieta incluindo alimento não fortificado com ferro, contendo 980kcal, 35g de 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.