

## Zinco capilar em crianças

*Dixis Figueroa Pedraza.*

Departamento de Enfermagem e Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública da  
Universidade Estadual da Paraíba, Brasil

**RESUMO.** Estudo com o objetivo de analisar as concentrações de zinco capilar em crianças, avaliando diferenças de acordo com o sexo, idade, altura/idade, situação socioeconômica e características do cabelo. Utilizou-se uma amostra aleatória de 282 crianças. As concentrações de zinco capilar foram analisadas empregando a técnica de Espectrofotometria de Absorção Atômica de Chama, considerando valores inferiores a 70 µg/g para indicar deficiência de zinco. As curvas de referência da Organização Mundial de Saúde utilizaram-se para classificar as crianças com déficit de altura. Características domiciliares e benefício de transferência de renda governamental foram considerados na condição socioeconômica, e a cor, tipo e tamanho como características do cabelo. A deficiência de zinco foi observada em 9,1% das 276 crianças estudadas, com média de 306,06 µg/g ± 245,13. Menores concentrações de zinco capilar foram encontradas nas crianças cujos domicílios tinham menor número de cômodos, menor número de indivíduos e que não eram próprios. Crianças de 37-72 meses apresentaram maiores concentrações do que crianças de 6-12 meses e de 13-36 meses. As concentrações de zinco capilar não mostraram diferença estatística de acordo ao sexo e à altura, diferentemente do encontrado para algumas características do cabelo que mostraram variações. Conclui-se sobre a deficiência de zinco como problema de saúde na população estudada; a vulnerabilidade das crianças de menor faixa etária a menores concentrações de zinco capilar; e a influência das condições socioeconômicas e das características do cabelo nas concentrações de zinco capilar.

**Palavras chave:** Criança, estado nutricional, antropometria, zinco, zinco capilar.

**SUMMARY. Hair zinc levels in children.** Study with the objective to assess the capillary zinc concentrations in children, considering differences according to sex, age, growth, and socioeconomic status and hair characteristics. A random sample comprised of 282 children. Capillary zinc concentrations were analyzed using the Flame Atomic Absorption Spectrometry technique. The capillary level of zinc less than 70 µg/g was considered as deficient. Reference curves of the World Health Organization were used to rate children with height deficit. Domiciliary characteristics and benefit of government assistance were considered as socioeconomic condition. Color, type and size were considered as characteristics of hair. Zinc deficiency was observed in 9.1% of 276 children studied, with mean of 306.06 µg/g ± 245.13. Lower capillary zinc concentrations were found in children whose households had fewer rooms, fewer individuals and were rented. Children 37-72 months showed higher zinc concentrations than children aged 6-12 and 13-36 months. Capillary zinc concentrations showed no statistical difference according to sex and growth, unlike that found for some hair characteristics that showed variations. Zinc deficiency is a health problem in the population studied with more vulnerability in children of lower age; socioeconomic conditions and hair characteristics can affect the capillary zinc concentration.

**Key words:** Child, preschool, nutritional status, anthropometry, zinc, capillary zinc.

### INTRODUÇÃO

A deficiência de zinco vem revelando-se como uma carência nutricional importante no mundo e nos países em desenvolvimento, precisando de maior conhecimento (1-3). Dados de populações marginalizadas de países desenvolvidos (4) e de populações de países prósperos como a Índia (5), o México (6) e o Brasil (2) revelam deficiências bioquímicas de zinco maiores de 10%, configurando problemas de saúde pública de nível moderado (2, 4) ou grave

(5, 6) segundo os critérios do International Zinc Consultative Group (7, 8).

Apesar desses achados, reconhece-se a carência de estudos relativos ao estado nutricional de zinco, associado a limitações condicionadas pela sensibilidade e especificidade dos métodos disponíveis para o diagnóstico da deficiência desse micronutriente (9). Com relação aos indicadores bioquímicos utilizados para caracterizar o estado nutricional das crianças, o *International Zinc Nu-*

*trition Consultative Group* (10) recomenda o uso das concentrações de zinco no soro e no cabelo, porém poucos estudos têm utilizado o último.

A determinação de zinco no cabelo apresenta vantagens em relação às concentrações séricas por ser um procedimento menos invasivo, pela facilidade de obtenção, estabilidade durante o transporte e armazenagem, e menores variações relacionadas ao momento do dia, jejum, consumo de alimentos e infecções agudas (9, 10). Entretanto, variações importantes nas concentrações de zinco capilar podem acontecer por fatores como a idade, sexo, estação e características do cabelo (10, 11). Por ser um indicador de depósitos, concentrações de zinco capilar refletem a ingestão habitual e têm maior apropriação para análise com desfechos crônicos (10).

Apesar das consequências da baixa ingestão alimentar de zinco no metabolismo celular, sistema imune e crescimento físico (2), principalmente em populações socioeconomicamente desfavorecidas (12), a associação entre os níveis de zinco no cabelo e a desnutrição crônica tem sido pouco abordada. Entre as deficiências de vitaminas e minerais, as maiores cargas de doenças são atribuídas à vitamina A e ao zinco (13). Para o zinco, o principal sinal de deficiência durante a infância é especificamente o retardamento do crescimento físico (14).

O presente estudo tem por objetivo analisar as concentrações de zinco capilar em crianças, avaliando diferenças de acordo com o sexo, idade, altura/idade, situação socioeconômica e características do cabelo.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal com crianças selecionadas nas creches da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Humano do Governo da Paraíba, Brasil, desenvolvido em 2009. Funcionavam, na época do estudo, 45 creches em bairros distintos das cidades beneficiadas (João Pessoa, 30 creches; Campina Grande, nove creches; Areia, Bayeux, Mamanguape, Itaporanga, Soledade e Umbuzeiro, uma creche em cada cidade), situadas, geralmente, em áreas carentes que abrigam crianças de famílias de baixa renda. Adotou-se, como critérios, a inclusão das crianças com frequência à creche e a exclusão das crianças com sintomas e/ou diagnóstico prévio de doenças.

Foi selecionada uma amostra probabilística de cre-

ches e crianças utilizando-se um procedimento de amostragem em duas etapas. Para garantir a representatividade dos municípios, o sistema de referência para a primeira etapa de amostragem foi ordenado segundo estratos (João Pessoa, Campina Grande, outros municípios), possibilitando a obtenção de um tamanho amostral apropriado para cada estrato. Considerou-se também o porte da creche (número de crianças por creche). Na segunda etapa de amostragem, foram sorteadas, nas 14 creches selecionadas de forma aleatória na primeira etapa, as crianças a serem analisadas.

A opção para determinar o tamanho da amostra do estudo foi através do procedimento para descrição de proporções (15). Considerou-se total da população de 3310 crianças beneficiadas, proporção esperada de 7,0% (média do déficit de altura no Brasil de acordo com os dados da Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Mulher e da Criança (16) como indicador funcional da deficiência de zinco) e precisão arbitrária de 3%, totalizando 256 crianças. Esse valor foi corrigido em 10% para compensar eventuais perdas, ficando estabelecida a amostra de 282 crianças, as quais foram escolhidas de forma aleatória no momento do trabalho de campo.

O desenvolvimento do trabalho incluiu a avaliação da altura/idade e do estado nutricional relativo ao zinco das crianças, bem como o preenchimento de um questionário contendo informações relacionadas às crianças e ao contexto domiciliar. As informações do contexto domiciliar (tipo de casa, número de cômodos no domicílio, número de indivíduos no domicílio) foram obtidas a partir das fichas de identificação das crianças constantes nas creches. As outras informações contidas no questionário foram obtidas com as mães ou responsáveis pelas crianças, por meio de entrevista individualizada, incluindo a informação sobre o benefício do programa brasileiro de transferência de renda (Programa Bolsa Família). As características do cabelo das crianças (cor, tipo e tamanho) foram informadas pelas mães e conferidas pelos entrevistadores no momento das respostas. A idade das crianças foi calculada a partir da diferença entre a data de nascimento (obtida do cartão de saúde da criança) e a data da entrevista.

Para a avaliação da altura das crianças, as medidas de comprimento (crianças menores de 24 meses) e estatura (crianças de 25 – 72 meses) foram obtidas utilizando equipamentos e técnicas padronizadas, obedecendo aos procedimentos recomendados pela

Organização Mundial da Saúde (OMS) (17). Para cada criança, duas medições foram realizadas por antropometristas devidamente treinados, registrando a média das medidas. Foram consideradas com déficit de altura todas as crianças que apresentaram índice comprimento/idade ou estatura/idade dois Z score abaixo do valor mediano da referência do Multicentre Growth Reference Study (18, 19). Para o cálculo dos índices antropométricos foram utilizados os programas WHO Anthro 2009, para crianças abaixo de cinco anos de idade, e WHO Anthro Plus 2009, para crianças com cinco anos ou mais.

A variável resposta foi a concentração de zinco capilar e as variáveis explanatórias foram: sexo da criança (feminino, masculino), idade da criança (6-12 meses, 13-36 meses, 37-72 meses), altura/idade da criança (com déficit de altura, sem déficit de estatura), tipo de casa onde a criança mora (invadida, cedida/doada, alugada, própria), número de cômodos no domicílio que a criança mora ( $< 4$ ,  $\geq 4$ ), número de indivíduos no domicílio que a criança mora ( $\geq 6$ ,  $< 6$ ), benefício do Programa Bolsa Família (sim, não), cor do cabelo da criança (loiro, preto, castanho), tipo de cabelo da criança (liso, cacheado, crespo), tamanho do cabelo da criança (curto, mediano, comprido).

Para a obtenção das amostras de cabelo, os entrevistadores participaram de treinamento realizado por pesquisadores com experiência previa do Centro de Investigação em Micronutrientes da Universidade Federal da Paraíba. Os procedimentos para coleta e processamento das amostras de cabelo obedeceram às recomendações feitas por Harrison et al. (20). As concentrações de zinco capilar foram determinadas por Espectrofotometria de Absorção Atômica de Chama, empregando Espectrofotômetro Analyst 300 (Perkin-Elmer Norwalk, Ct, EUA) modelo 3100 a uma longitude de onda de 213 nm e com ar-acetileno. Concentrações de zinco no cabelo  $< 70 \mu\text{g/g}$  foram consideradas para indicar deficiência de zinco (10). As determinações de zinco capilar foram realizadas no Laboratório de Análises Mineraias, Solos e Água do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de Pernambuco.

A digitação dos dados foi realizada com dupla entrada, após a coleta da informação, em planilhas do programa Excel, de maneira tal que possibilitou a unificação entre os mesmos através de uma única variável identificadora da criança. Após o término da digitação,

os dois bancos de dados foram cruzados com a utilização do aplicativo Validate do programa Epi Info v. 6.04b, possibilitando, assim, verificar a consistência dos dados e gerando o banco final que foi usado para análise estatística. Todas as fichas foram criticadas antes da digitação.

Foi utilizado o teste t-student para analisar diferenças nas concentrações médias de zinco capilar entre as categorias das variáveis dicotômicas. Para o caso das variáveis não dicotômicas, utilizaram-se a análise de variância (ANOVA) e o teste LSD para verificar possíveis diferenças. As análises de significância estatística foram realizadas por meio do programa estatístico SPSS, versão 16.0, considerando o nível de significância de 5%.

O projeto de pesquisa foi apreciado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual da Paraíba, protocolado sob o número 0021.0.133.000-09. As coletas de dados das crianças e das mães foram realizadas após consentimento informado das mães ou responsáveis. Uma vez com os resultados, os pais foram contatados para esclarecimentos sobre o estado de saúde das crianças e correspondentes orientações nutricionais.

## RESULTADOS

Do total de 282 crianças, registraram-se seis recusas. Do total de crianças, 25 (9,1%) apresentaram concentrações de zinco capilar indicativas de deficiência de zinco, com média da amostra total de  $306,06 \mu\text{g/g} \pm 245,13$  (dados não tabulados).

A tabela 1 apresenta a distribuição das concentrações de zinco capilar das crianças estudadas de acordo com o sexo, idade, altura/idade, situação socioeconômica e características do cabelo. As concentrações de zinco capilar não mostraram diferença estatística entre as crianças com déficit de altura e sem déficit de altura, nem entre as crianças do sexo feminino e masculino; diferente do resultado relacionado à idade das crianças que indicou maiores concentrações nas crianças de 37-72 meses do que nas crianças de 6-12 meses e de 13-36 meses. A influência da situação socioeconômica no estado nutricional relativo ao zinco observou-se ao indicar-se pior situação nas crianças cujos domicílios tinham menor número de cômodos, menor número de indivíduos e que não eram próprios. Apesar disso, crianças beneficiárias e não beneficiárias do

TABELA 1. Distribuição das concentrações de zinco capilar em crianças pré-escolares de acordo com o sexo, idade, altura/idade, situação socioeconômica e características do cabelo. Paraíba, 2009.

Variáveis/Categorias	n	%	Zinco capilar ( $\mu\text{g/g}$ )	
			Média (desvio-padrão)	p**
Sexo				0,55
Feminino	133	48,2	296,83 (224,99)	
Masculino	143	51,8	314,58 (262,86)	
Idade (meses)				0,014
06-Dic	6	2,2	292,35 (230,87)a	
13-36	72	26,1	322,96 (247,98)a	
37-72	198	71,7	605,22 (522,64)b	
Altura				0,058
Com déficit de altura*	25	9,1	213,38 (217,50)	
Sem déficit de altura	251	90,9	314,52 (245,87)	
Tipo de casa				0,026
Invadida	9	3,3	228,67 (71,36)a	
Cedida/Doadada	27	9,8	276,44 (260,08)a	
Alugada	92	33,3	305,84 (216,83)a	
Própria	148	53,6	431,08 (328,83)b	
Número de cômodos no domicílio				0,031
< 4	52	18,8	273,93 (223,06)	
>= 4	224	81,2	337,49 (261,95)	
Número de indivíduos no domicílio				0,017
>= 6	82	29,7	283,25 (250,79)	
< 6	194	70,3	360,68 (223,12)	
Benefício do Programa Bolsa Família				0,374
Sim	131	47,5	292,14 (230,65)	
Não	145	52,5	318,54 (257,57)	
Cor do cabelo				0,021
Loiro	34	12,3	205,33 (125,26)a	
Castanho	141	51,1	304,51 (254,20)b	
Preto	101	36,6	341,13 (254,09)b	
Tipo de cabelo				0,103
Liso	98	35,5	272,94 (235,32)a	
Cacheado	144	52,2	312,69 (241,44)	
Crespo	34	12,3	375,46 (278,61)b	
Tamanho do cabelo				0,189
Curto	158	57,2	324,56 (265,37)	
Mediano	88	31,9	295,47 (233,65)	
Comprido	30	10,9	237,39 (127,86)	

\* Déficit de altura: comprimento/idade ou estatura/idade < - 2 Z score. \*\* p-valor do teste t-student para variáveis dicotômicas e ANOVA para variáveis não dicotômicas. a, b Médias com diferentes letras em sobrescrito são significativamente diferentes,  $p \leq 0,05$  (teste LSD).

Programa Bolsa Família não apresentaram diferenças nas concentrações de zinco capilar. Variações nas concentrações de zinco capilar foram encontradas de acordo com características do cabelo. Crianças de cabelo loiro apresentaram médias de concentrações menores do que crianças de cabelo castanho e do que crianças de cabelo preto ( $p = 0,021$ ), e crianças de cabelo liso apresentaram concentrações menores do que crianças de cabelo crespo ( $272,94 \mu\text{g/g} \pm 235,32$  versus  $375,46 \mu\text{g/g} \pm 278,61$ ;  $p = 0,038$ ).

## DISCUSSÃO

Nos últimos anos, a deficiência de zinco tem adquirido crescente importância no cenário da epidemiologia nutricional. Estima-se que essa carência nutricional constitua um problema de saúde pública em diversos países em desenvolvimento (21), destacando o alto risco nas crianças durante o crescimento físico (22). A prevalência de deficiência de zinco capilar de 9,1% encontrada nas crianças desse estudo é próxima da encontrada em crianças de 6 a 24 meses de área rural da região de Diamantina, MG (16,8%) (2), e distante da encontrada em crianças de dois a cinco anos de idade, institucionalizadas em creches do município de João Pessoa, PB (61,9%) (21). A disparidade das prevalências de deficiência de zinco em diferentes localidades do Brasil fica evidente ao analisar estudos publicados a partir de 2007 com diagnóstico baseado em indicadores sanguíneos do estado nutricional de zinco em crianças pré-escolares: 0,5% em crianças com idade  $\geq 2$  e  $< 6$  anos de Ribeirão Preto, SP (23); 7,5% em crianças de famílias de baixa renda da região metropolitana do Rio de Janeiro (24); 11,2% em crianças de 6 a 24 meses de área rural da região de Diamantina, MG (2); 74,3% em crianças de 3 a 6 anos de idade assistidas em creches de Teresina, PI (12). Esses dados apontam a necessidade de maior quantidade de estudos sobre o tema em diferentes cenários epidemiológicos.

O zinco é um nutriente essencial para a otimização do processo de crescimento físico (25). Assim, postula-se que a maior velocidade de crescimento apresentada pelos indivíduos do sexo masculino contribuiria para o aumento das necessidades orgânicas de micronutrientes, tornando-os mais vulneráveis à deficiência de zinco (23). Contudo, no presente estudo, as concentrações médias de zinco não apresen-

taram diferenças estatísticas significativas entre os sexos. Tais achados corroboram outras pesquisas realizadas com crianças em cidades dos estados brasileiros de Minas Gerais (2), Paraíba (21) e Ceará (26), bem como com crianças de outros países (4-6).

Em virtude das altas taxas de crescimento, as necessidades de zinco podem ser maiores em bebês/crianças pequenas (27). Em conformidade com os resultados desta pesquisa, um levantamento nacional realizado no México revelou que a prevalência de deficiência de zinco foi maior em crianças com menos de dois anos e que diminuía com o avanço da idade (28). Desigualmente, diferenças no estado nutricional relativo ao zinco de acordo com a idade não foram observadas em crianças brasileiras (16, 24, 29) e não brasileiras (4-6), sendo um dos estudos de âmbito nacional, no México (6), publicado nove anos após o que lhe antecedeu com características similares (28). Maior controvérsia ao respeito da associação em questão pode ser presumida se considerarmos os resultados de um estudo com crianças da cidade de Ribeirão Preto, SP que constatou menores níveis de zinco na idade entre  $\geq 48$  e  $< 60$  meses ao estratificar a amostra de estudo em quatro intervalos de 12 meses ( $\geq 24$  a  $< 36$  meses,  $\geq 36$  a  $< 48$  meses,  $\geq 48$  a  $< 60$  meses,  $\geq 60$  a  $< 72$  meses) (23).

Estudo recente analisando a associação das deficiências de ferro, vitamina A e zinco com o déficit de altura, baseado em artigos observacionais publicados entre 1995 e 2009 que estudaram amostras representativas de crianças de diversos países, apontou que nenhum dos manuscritos revisados (sete transversais e dois de coorte) mostrou associação entre as concentrações sanguíneas de zinco e a altura das crianças (30). A ausência de associação entre as concentrações de zinco capilar e a altura/idade de crianças de 6 a 24 meses da região de Diamantina, MG foi constatada em estudo recente (2). Estes resultados, que convergem para os do presente trabalho, podem ser explicados pelas dificuldades para estabelecer a associação entre os déficits de altura e de zinco, devido a fatores como a agregação do estado nutricional de zinco à quantidade ou qualidade energética e/ou protéica, a deficiência simultânea de vários micronutrientes, a biodisponibilidade e interação entre micronutrientes, e a proporção dos respectivos déficits de altura e zinco (30), apesar do papel do zinco no crescimento físico estar devidamente fundamentado por seu efeito direto

no sistema hormonal primário (25).

A associação encontrada no presente estudo entre as concentrações de zinco capilar e as situações mais desfavoráveis relacionadas ao tipo de casa, número de cômodos no domicílio e número de indivíduos no domicílio, encontra explicação na maior vulnerabilidade em condições sociais e econômicas adversas do estado nutricional (2), inclusive o relativo ao zinco (10). Enquanto alguns trabalhos têm conseguido mostrar a associação de análise (4, 24, 29), muitos outros não têm conseguido (2, 5, 6, 23).

Nenhum estudo foi encontrado analisando diferenças nas concentrações de zinco capilar condicionada pelas características do cabelo. As diferenças encontradas neste estudo são importantes na medida em que podem afetar as prevalências da deficiência de zinco e as possíveis associações com outros fatores etiológicos. Além disso, é importante ressaltar que tais diferenças não invalidam a utilização das concentrações capilares de zinco como marcador biológico do estado nutricional desse micronutriente, se não a importância de considerá-las.

## CONCLUSÕES

Os resultados mostram a deficiência de zinco como importante problema de saúde na população estudada, a maior vulnerabilidade das crianças de menor faixa etária a menores concentrações de zinco capilar, a influência que condições socioeconômicas mais desfavoráveis podem exercer no estado nutricional de zinco e as características do cabelo como fatores que podem influenciar as concentrações de zinco capilar.

## REFERÊNCIAS

1. Silva APR, Vitolo MR, Zara LF, Castro CFS. Effects of zinc supplementation on 1 to 5 year old children. *J Pediatr (Rio J)* 2006; 82(3): 227-31.
2. Beininger MA, Menezes MABC, Silva JBB, Amorim FR, Jansen AK, Lamounier JA. Plasma zinc and hair zinc levels, anthropometric status and food intake of children in a rural area of Brazil. *Rev Nut* 2010; 23(1): 75-83.
3. Cruz JBF, Soares HF. Uma revisão sobre o zinco. *Ensaio e C* 2011; 15(1): 207-22.
4. Cole CR, Grant FK, Swaby-Ellis ED, Smith JL, Jacques A, Northrop-Clewes CA, et al. Zinc and iron deficiency and their interrelations in low-income African American and Hispanic children in Atlanta. *Am J Clin Nutr* 2010; 91: 1027-34.
5. Dhingra U, Hiremath G, Menon VP, Dhingra P, Sarkar A, Sazawal S. Zinc Deficiency: Descriptive Epidemiology and Morbidity among Preschool Children in Peri-urban Population in Delhi, India. *J Health Popul Nutr* 2009; 27(5): 632-9.
6. Morales-Ruan MC, Villalpondo S, García-Guerra A, Shamah-Levy T, Robledo-Pérez R, Ávila-Arcos MA, Rivera JA. *Salud Pública de México* 2012; 54(2): 125-134.
7. de Benoist B, Darnton-Hill I, Davidson L, Fontaine O, Hotz C. Conclusions of the Joint WHO/UNICEF/IAEA/IZiNCG Interagency Meeting on Zinc Status Indicators. *Food Nutr Bull* 2007; 28(3 Supl): 480-4.
8. Hess SY, Peerson JM, King JC, Brown KH. Use of serum zinc concentration as an indicator of population zinc status. *Food Nutr Bull* 2007; 28(3 Supl): S403-29.
9. Figueroa Pedraza D, Rocha ACD, Queiroz EO, Sousa CPC. Estado nutricional relativo ao zinco de crianças que frequentam creches do estado da Paraíba. *Rev Nutr* 2011; 24(4): 539-52.
10. International Zinc Nutrition Consultative Group. Technical document # 1: Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. Hotz C and Brown KH, editors. *Food Nutr Bull* 2004; 25(1 Suppl 2).
11. Rosa FT, Micheletto RF, Gabriel FR, Marchini JS. Situações clínicas de deficiência de zinco. In: Vannucchi H, Marchini JS (Org.). *Coleção de Metabolismo e Nutrição: Tópicos em Nutrição Clínica*. 1ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2007, v. 1, p. 259-74.
12. Costa GA, Nascimento Marreiro D, Eulálio JML, Neto JMM, Amorim AC, Nogueira AMT, et al. Erythrocytary Zinc and the Infant Growth Profile in Northeast Brazil. *Biol Trace Elem Res* 2008; 126(Suppl 1): S15-20.
13. Black RE, Allen L, Bhutta ZA. Maternal and child undernutrition: global and regional exposures and health consequences. *Lancet* 2008; 371: 243-60.
14. Branca F, Ferrari M. Impact of Micronutrient deficiencies on Growth: The Stunting Syndrome. *Ann Nutr Metab* 2002; 46(Suppl 1): S8-17.
15. Oliveira EFT, Grácio MCC. Análise a respeito do tamanho de amostras aleatórias simples: uma aplicação na área de Ciência da Informação. *Revista de Ciência da Informação* 2005; 6(3): 1-11.
16. Brasil. Ministério da Saúde. Pesquisa nacional sobre demografia e saúde da criança e da mulher. Brasil: Ministério da Saúde; 2008.
17. World Health Organization. Working Group on Infant

- Growth. An evaluation of infant growth: the use and interpretation of anthropometry in infants. *Bull World Health Org* 1995; 73(2): 165-74.
18. World Health Organization. WHO child Growth Standards. Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age. Methods and development. Geneva: World Health Organization; 2006.
  19. De Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmanna J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Org* 2007; 85(9): 660-7.
  20. Harrison WW, Yurachek JP, Benson CA. The determination of trace elements in human hair by atomic absorption spectroscopy. *Clin Chim Acta* 1969; 23: 83-91.
  21. Silva-Santana SC, Diniz AS, Lóla MMF, Oliveira RS, Silva SMM, Oliveira SF, et al. Parameters of evaluation of zinc nutritional status: comparison between zinc hair rates and serum alkaline phosphatase in preschoolers of the Municipality of João Pessoa, Paraíba. *Rev Bras Saude Mater Infant* 2002; 2(3): 275-82.
  22. Macêdo EMC, Amorim MAF, Silva ACS, Castro CMMB. Efeitos da deficiência de cobre, zinco e magnésio sobre o sistema imune de crianças com desnutrição grave. *Rev Paul Pediatr* 2010; 28(3): 329-36.
  23. Ferraz IS, Daneluzzi JC, Vannucchi H, Jordão Jr AA, Ricco RG, Del Ciampo LA, et al. Nível sérico de zinco e sua associação com deficiência de vitamina A em crianças pré-escolares. *J Pediatr (Rio J)* 2007; 83(6): 512-7.
  24. Borges CVD, Veiga APV, Barroso GS, de Jesus GFO, Serpa RFB, Moreira S, et al. Associação entre concentrações séricas de minerais, índices antropométricos e ocorrência de diarreia entre crianças de baixa renda da região metropolitana do Rio de Janeiro. *Rev Nutr* 2007; 20(2): 159-69.
  25. Figueroa Pedraza D, Queiroz D. Micronutrientes no crescimento e desenvolvimento infantil. *Rev bras crescimento desenvolv hum* 2011; 21(1): 155-70.
  26. Chen P, Soares AM, Lima AAM, Gamble MV, Schorling JB, Conway M, et al. Association of vitamin A and zinc status with altered intestinal permeability: analyses of cohort data from northeastern Brazil. *J Health Popul Nut* 2003; 21(4): 309-15.
  27. Gibson RS. Zinc: the missing link in combating micronutrient malnutrition in developing countries. *Proc Nutr Soc* 2006; 65: 51-60.
  28. Villalpando S, García-Guerra A, Ramírez-Silva CI, Mejía-Rodriguez F, Matute G, Shamah-Levy T, et al. Iron, zinc and iodide status in Mexican children under 12 years and women 12-49 years of age. A probabilistic national survey. *Salud Publica Mex* 2003; 45(Suppl 4): S520-9.
  29. Santos EB, Amancio OMS, Oliva CAG. Estado Nutricional, ferro, cobre, zinco em escolares de favelas da cidade de São Paulo. *Rev Assoc Med Bras* 2007; 53(4): 323-8. 2007.
  30. Figueroa Pedraza D, Rocha ACD, Sales MC. Deficiência de micronutrientes e crescimento linear: revisão sistemática de estudos observacionais. *Ciênc Saude Colet* 2013; 18(11): 3333-47.

Recibido: 03-07-2013

Aceptado: 07-11-2013