Faculdade de Ciências Farmacêuticas
Universidade de São Paulo

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos
Área de Nutrição Experimental

Avaliação da ingestão e do estado nutricional em relação ao zinco de
jovens na faixa escolar

FERNANDA BERALDO MICHELAZZO

Tese para obtenção do grau de DOUTOR
Orientador: Profa. Titular Silvia M.F. Cozzolino

São Paulo
2007

Universidade de São Paulo

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos

Área de Nutrição Experimental

Avaliação da ingestão e do estado nutricional em relação ao zinco de
jovens na faixa escolar

FERNANDA BERALDO MICHELAZZO

Tese para obtenção do grau de DOUTOR

Orientador: Profa. Titular Silvia M.F. Cozzolino

São Paulo
2007

16.895

DEDALUS - Acervo - CQ

30100012961

Ficha Catalográfica

Elaborada pela Divisão de Biblioteca e
Documentação do Conjunto das Químicas da USP.

Michelazzo, Fernanda Beraldo
M623a Avaliação da ingestão e do estado nutricional em relação
ao zinco de jovens na faixa escolar / Fernanda Beraldo
Michelazzo. -- São Paulo, 2007.
119p.

Tese (doutorado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas
da Universidade de São Paulo. Departamento de Alimentos
e Nutrição Experimental

Orientador: Cozzolino, Silvia Maria Franciscato

1. Nutrição : Avaliação nutricional : Ciência dos alimentos
2. Dieta : Nutrição experimental 3. Zinco : Avaliação
nutricional : Ciência dos alimentos I. T. II. Cozzolino,
Silvia Maria Franciscato, orientador.

641.1 CDD

Fernanda Beraldo Michelazzo

Avaliação da ingestão e do estado nutricional em relação ao zinco de
jovens na faixa escolar

Comissão Julgadora
da
Tese para obtenção do grau de Doutor

Profa. Titular Silvia M.F. Cozzolino
Orientador

1º. examinador

2º. Examinador

3º. Examinador

4º. Examinador

São Paulo, 05/06 de 2007.

À CID GUY CARDOSO MICHELAZZO (*in memoriam*), meu querido e amado pai, com admiração pelo exemplo de determinação e alegria, e com gratidão pela sua extrema dedicação à família, permitindo aos filhos serem felizes por suas próprias escolhas.

À MARIA LUIZA BERALDO MICHELAZZO, minha mãe, com gratidão pelo incentivo e por dispor, por tempo indeterminado, a sua casa e o seu lar, mesmo diante de tantas intranquilidades e preocupações.

À LUCCA MICHELAZZO CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE, meu único filho, por redirecionar o sentido de nossas vidas a cada perda irreparável, e por tornar tudo isso valioso.

À MARIA ALICE BRUMANN RIBEIRO, minha 'cuidadora' há 40 anos, com admiração pela eficiência de amenizar minha ausência em casa, e com gratidão por cuidar de meu filho e tornar possível minha realização pessoal.

AGRADECIMENTOS

À Profa. Silvia M. F. Cozzolino, pela orientação deste trabalho, pela imensa compreensão e pela oportunidade de seguir em frente, mesmo diante de tantos obstáculos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos do Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo (FCF/USP), pela oportunidade de realizar o curso de Doutorado, e ao seu corpo docente, por tanto contribuírem pelo enriquecimento do ensino e da pesquisa.

À Secretaria de Estado da Saúde Pública do Rio Grande do Norte, pela concessão de licença sem vencimentos para realizar o curso de Doutorado, em especial Edilson Cosme Tavares, subcoordenador de Gestão das Relações do Trabalho, pela concessão da prorrogação da mesma.

Às escolas particulares 'Centro Educacional São João Batista' e 'Externato Santo Agostinho', e às escolas estaduais 'Dr. Teófilo de Andrade' e 'Cel. Joaquim José' da cidade de São João da Boa Vista - SP, representadas por seus respectivos diretores, por aceitarem participar do estudo, e aos professores e funcionários, pela solicitude em contribuir para o desenvolvimento da pesquisa.

Aos jovens escolares, pela sua coragem e vontade de contribuir para o aprimoramento de informações acerca de seu grupo etário, bem como aos seus responsáveis, por concederem autorização para que a investigação pudesse acontecer.

Ao bioquímico Néilton Vitor Maia, pela responsabilidade e habilidade na coleta de sangue dos escolares pertencentes à pesquisa.

Ao Laboratório de Análises Clínicas Louis Pasteur e ao Laboratório de Patologia Clínica São João S/C Ltda, da cidade de São João da Boa Vista - SP, pelas análises bioquímicas complementares.

Ao Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária da Fundação de Ensino Octávio Bastos (UNIFEOB), em São João da Boa Vista - SP, por ceder suas dependências e a centrífuga para a separação das frações de sangue a serem analisadas na pesquisa.

Ao Centro de Estatística Aplicada do Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo, pela consulta e assessoria concedidas no tocante ao dimensionamento amostral e tratamento estatístico dos resultados desta pesquisa.

Ao Comitê de Ética em Pesquisa da FCF/USP, pela apreciação e aprovação do projeto de pesquisa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro na forma de bolsa de Doutorado.

Aos técnicos do Laboratório de Nutrição - Minerais do Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da FCF/USP: Luis Cláudio Silva, pelo empenho na separação e preparo dos materiais e reagentes necessários no primeiro tempo de coleta de sangue, e José Alexandre Coelho Pimentel, pela dedicação às análises de urina, plasma e eritrócito no espectrofotômetro de absorção atômica, bem como pelas enriquecedoras discussões a cerca dos materiais e métodos utilizados durante a leitura.

À funcionária Maria de Lourdes da Silva Pedroza do Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, pela limpeza, zelo, amizade e otimismo.

Aos secretários Mônica Dealis Perussi, Tânia Cacheiro e Edílson Feitosa dos Santos, do Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, e aos secretários Jorge Alves de Lima e Elaine Midori Ychico, do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, pelo apoio, eficiência, paciência, amizade e primorosas informações.

Ao bibliotecário Ângelo Antonio Alves Correa da Cruz, da Biblioteca do Conjunto das Químicas e da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, pela gentileza, competência e pronta disponibilidade, inclusive *online*,

Aos demais professores do Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, sempre prontos em clarear pontos obscuros ou solícitos no empréstimo de materiais e/ou equipamentos, em especial ao Prof. Julio Toledo Tirapegui, pelo apoio na decisão de não interromper o curso de Doutorado nos momentos mais difíceis.

Aos colegas e amigos do Laboratório de Minerais do Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, pelas trocas de conhecimento, auxílio nas análises e construtivas críticas, em especial à Janaína Lombello Santos Donato, à Marcella Caroline Pinto e à Zoraia Moura da Silva pelo auxílio no cálculo dos inquéritos alimentares.

Ao amigo Cláudio Yoshibumi Nemoto (*in memoriam*) e à minha irmã Cláudia Michelazzo Durante, por gentilmente disporem da hospedagem na cidade de São Paulo, ao longo destes cinco anos.

Ao meu querido cunhado Ronaldo Alexandre Durante, sempre pronto para o auxílio nas traduções para o inglês.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao Geraldo José de Souza Dias, pela dedicação, companheirismo e dicas nos momentos da coleta de dados, em especial na primeira entrevista, auxiliando a identificação dos escolares; nas coletas de sangue, auxiliando o acondicionamento, transporte e identificação, especialmente no momento da separação das frações plasma e eritrócito, bem como na compra dos desjejuns pós-coletas; e na primeira coleta de urina, auxiliando a medição do volume total e separação das alíquotas para análise. Também pelo transporte de materiais entre São João da Boa Vista e São Paulo, acondicionamento dos materiais desmineralizados, e pela segurança nos trabalhos realizados em períodos noturnos, especialmente nos Laboratórios da USP e da UNIFEOB. Ainda, em especial, pela atenção e zelo dedicados ao meu filho que perdera o pai no início deste estudo, permitindo maior tempo disponível para minha dedicação à pesquisa; e pelo apoio, carinho, paciência e incentivo diante da perda de meu pai no momento intermediário desta pesquisa.

Ao meu filho Lucca, pela suposta compreensão de minha ausência em momentos que para ele, dentro de sua concepção infantil, eram mais importantes.

**“NÃO SÃO AS NOSSAS HABILIDADES
QUE REVELAM QUEM SOMOS,
E SIM, AS NOSSAS ESCOLHAS”**

JK Rowling

RESUMO

MICHELAZZO, F.B. **Avaliação da ingestão e do estado nutricional em relação ao zinco de jovens na faixa escolar**. 2007. 109p. Tese de Doutorado - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

São poucas as investigações do estado nutricional de escolares, especialmente aqueles na faixa etária entre 9 e 12 anos que especifiquem o estágio de maturação sexual e que sejam norteados por parâmetros bioquímicos de avaliação de estado nutricional relativo a minerais, especialmente em relação ao zinco. O presente estudo teve como objetivo avaliar o estado nutricional relativo ao zinco de escolares neste estágio de vida, de duas redes de ensino, pública e particular, de São João da Boa Vista/ SP, em três momentos ao longo de um ano (T1, T2 e T3), com intervalos de 4 meses. Para a avaliação antropométrica foram utilizados o IMC e a porcentagem de gordura corporal, esta última por meio da aferição de dobras cutâneas. A ingestão dietética foi analisada por programa de computador a partir de um recordatório de 24h e dois registros alimentares, e sua adequação foi avaliada pelas DRIs (IOM, 2000). As concentrações de zinco plasmática, urinária e eritrocitária foram determinadas por espectrofotômetro de absorção atômica (comprimento de onda = 213,9 nm). Dos escolares avaliados, 19% estavam com o $IMC \leq P15$, sendo predominantemente do sexo feminino e da rede particular, 53% estavam com $IMC = P15 > P50 < P85$, e 28% estavam com o $IMC \geq P85$, sendo predominantemente do sexo masculino e da rede pública. No T1 (n=102), 12% dos escolares de ambos os sexos estavam inadequados para zinco plasmático; 32% e 37% com dieta deficiente em zinco e 81% e 86% com deficiência de zinco eritrocitário, respectivamente para o sexo feminino e masculino. No T2 (n=92), 24% e 20% estavam inadequados para zinco plasmático, 45% e 38% com dieta deficiente em zinco, 65% e 56% com baixa excreção urinária, e 71% e 63% com deficiência de zinco eritrocitário, respectivamente para o sexo feminino e masculino. No T3 (n=81), 39% e 4% estavam inadequados para zinco plasmático, 47% e 27% com dieta deficiente em zinco, 53% e 48% com baixa excreção urinária, e 63% e 44% com deficiência de zinco eritrocitário, respectivamente para o sexo feminino e masculino. Os

resultados indicam inadequação do estado nutricional em relação ao zinco, com baixa ingestão e reservas reduzidas do mineral nos estoques teciduais, representando risco para esta população que se encontra em fase de intenso crescimento e proliferação celular.

Palavras-chaves: Estado Nutricional. Zinco. Escolares. Dieta. Eritrócito.

ABSTRACT

MICHELAZZO, F.B. **Assessment of intake and nutritional status relative of zinc from schoolchildren**. 2007. 109p. Thesis of Doctoral - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

Investigations on the nutritional status of schoolchildren are rare, especially those ones for children between 9 and 12 years old which indicate their pubertal maturation, and are directed by biochemical parameters of nutritional status in relation to minerals, mainly zinc. The objective of the present study was the evaluation of the nutritional status of zinc at schoolchildren aged between 9 and 12 year old at public and private schools in São João da Boa Vista, SP (Brazil) considering three different times along one year (T1, T2 e T3), with 4 months interval each. The anthropometric evaluation was done by body mass index (BMI) and the percentage of total body fat, this one by skinfold measurements. A software analyzed diet information based on one 24h recall and 2-d food records, and its adequacy was evaluated by DRIs (IOM, 2000). Zinc nutritional status was evaluated by zinc determination in plasma, erythrocyte, and 24h urine, by atomic absorption spectrophotometry ($\lambda = 213.9 \text{ nm}$). Out of the schoolchildren evaluated 19% presented $\text{BMI} \leq \text{P15}$, being the majority female attending private schools, 53% showed $\text{BMI} = \text{P15} > \text{P50} < \text{P85}$, and 28% with $\text{IMC} \geq 85$, being the majority males attending public schools. At T1 ($n=102$), 12% of the children of both sexes was inadequate in terms of plasmatic zinc; 32% and 37% deficient in dietetic zinc and 81% and 86% deficient in erythrocytic zinc, for female and males respectively. At T2 ($n=92$), 24% and 20% were inadequate for plasmatic zinc, 45% and 38% deficient in dietetic zinc, 65% and 56% presenting low 24h urine zinc, and 71% and 63% deficient in erythrocytic zinc, for female and males respectively. At T3 ($n=81$), 39% and 4% were inadequate in plasmatic zinc, 47% and 27% deficient in dietetic zinc, 53% and 48% presenting low 24h urine zinc, and 63% and 44% deficient in erythrocytic zinc, for female and males respectively. The results indicate inadequacy of the nutritional status in relation to zinc with low intake and reduced reserves of the mineral at the tissue stocks, meaning risk for that population at an intense growth and cellular proliferation.

Keywords: Nutritional Status. Zinc. Schoolchildren. Diet. Erythrocyte.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CRONOGRAMA	29
Gráfico 1: Distribuição das meninas, segundo IMC ajustado	42
Gráfico 2: Distribuição dos meninos, segundo IMC ajustado	42
Gráfico 3: Dispersão entre IMC e % Gordura Total para o sexo masculino - T1	43
Gráfico 4: Dispersão entre IMC e % Gordura Total para o sexo feminino - T1	43
Gráfico 5: Dispersão entre IMC e % Gordura Total para o sexo masculino – T3	44
Gráfico 6: Dispersão entre IMC e % Gordura Total para o sexo feminino – T3	44
Gráfico 7: Frequência de consumo de alimentos de meninos da Rede Pública	50
Gráfico 8: Frequência de consumo de alimentos de meninos da Rede Particular	50
Gráfico 9: Frequência de consumo de alimentos de meninas da Rede Pública	51
Gráfico 10: Frequência de consumo de alimentos de meninas da Rede Particular	51
Gráfico 11: Porcentagem de escolares com ingestão < 7,0 mg Zn/ dia ..	53
Gráfico 12: Consumo médio de Zn entre os escolares	53
Gráfico 13: Consumo médio de Ca entre os escolares	53
Figura 1: Box-blots para a ingestão de Zn entre os escolares	54
Figura 2: Box-blots para a ingestão de Ca entre os escolares	54
Figura 3: Box-blots para a ingestão de Fibra Alimentar entre os escolares	54
Gráfico 14: Consumo médio de Fibra Alimentar entre os escolares	55
Gráfico 15: Concentração média de zinco plasmático ao longo do estudo para os escolares de ambos os sexos, segundo IMC ajustado	63
Gráfico 16: Concentração média de zinco eritrocitário ao longo do estudo para os escolares de ambos os sexos, segundo IMC ajustado	64
Gráfico 17: Concentração média de zinco urinário nos T2 e T3 do estudo para os escolares de ambos os sexos, segundo IMC ajustado	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Medidas Antropométricas dos jovens das escolas públicas, por sexo – T1	36
Tabela 2:	Medidas Antropométricas dos jovens das escolas públicas, por sexo – T2	37
Tabela 3:	Medidas Antropométricas dos jovens das escolas públicas, por sexo – T3	37
Tabela 4:	Medidas Antropométricas dos jovens das escolas particulares, por sexo – T1	37
Tabela 5:	Medidas Antropométricas dos jovens das escolas particulares, por sexo – T2	38
Tabela 6:	Medidas Antropométricas dos jovens das escolas particulares, por sexo – T3	38
Tabela 7:	Distribuição dos escores z de E/I, P/I e IMC/I para escolares, segundo rede de ensino	39
Tabela 8:	Valores médios ($\pm$ DP) de IMC (kg/m^2), de jovens escolares eutróficos, segundo sexo e estágio pubertal	40
Tabela 9:	Estado nutricional dos escolares por IMC ajustado*, segundo rede de ensino e sexo	41
Tabela 10:	Ingestão de colesterol e concentrações plasmáticas de colesterol e triacilglicerol de escolares, segundo sexo e rede de ensino	46
Tabela 11:	Medidas de Consumo Alimentar dos jovens das escolas particulares, por sexo – T1	47
Tabela 12:	Medidas de Consumo Alimentar dos jovens das escolas particulares, por sexo – T2	47
Tabela 13:	Medidas de Consumo Alimentar dos jovens das escolas particulares, por sexo – T3	47

Tabela 14:	Medidas de Consumo Alimentar dos jovens das escolas públicas, por sexo – T1	48
Tabela 15:	Medidas de Consumo Alimentar dos jovens das escolas públicas, por sexo – T2	48
Tabela 16:	Medidas de Consumo Alimentar dos jovens das escolas públicas, por sexo – T3	48
Tabela 17:	Medidas de concentração de Zn em material biológico, de jovens das escolas públicas – T1	55
Tabela 18:	Medidas de concentração de Zn em material biológico, de jovens das escolas públicas – T2	55
Tabela 19:	Medidas de concentração de Zn em material biológico, de jovens das escolas públicas – T3	56
Tabela 20:	Medidas de concentração de Zn em material biológico, de jovens das escolas particulares – T1	56
Tabela 21:	Medidas de concentração de Zn em material biológico, de jovens das escolas particulares – T2	56
Tabela 22:	Medidas de concentração de Zn em material biológico, de jovens das escolas particulares – T3	56
Tabela 23:	Correlações para o sexo feminino entre a ingestão de Zn e indicadores bioquímicos dos escolares de ambas as redes de ensino	58
Tabela 24:	Correlações para o sexo masculino entre a ingestão de Zn e indicadores bioquímicos dos escolares de ambas as redes de ensino	59
Tabela 25:	Concentração de zinco no plasma, eritrócito e urina de escolares do sexo feminino eutróficos, segundo idade e tempo de estudo	66
Tabela 26:	Concentração de zinco no plasma, eritrócito e urina de escolares do sexo masculino classificados como eutróficos (IMC=P25>P50<P85)	67

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. REVISÃO DE LITERATURA	18
3. METODOLOGIA	29
3.1. AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA	30
3.2. AVALIAÇÃO DIETÉTICA	30
3.3. AVALIAÇÃO BIOQUÍMICA	31
3.3.1. SANGUE	31
3.3.2. FRAÇÕES PLASMA E ERITRÓCITO	32
3.3.3. URINA	33
3.3.4. CONTROLE METODOLÓGICO	34
3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA	35
4. RESULTADOS	36
5. DISCUSSÃO	68
6. CONCLUSÃO	89
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
ANEXOS	118
ANEXO OBRIGATÓRIO	119

1. INTRODUÇÃO

O estado nutricional de indivíduos é um indicador de estado de saúde amplamente utilizado como parâmetro para se caracterizar e diagnosticar populações saudáveis, além de alicerçar políticas nutricionais e programas apropriados de intervenção nutricional.

Atualmente tem-se discutido o conceito de saúde não simplesmente como ausência de enfermidades ou ausência de sinais de deficiência específica de algum nutriente, mas também de situações onde há risco de ocorrência de doenças crônicas não transmissíveis, termo este definido pelo *Institute of Medicine* (IOM, 2000a) para a elaboração do documento que define as novas diretrizes para a recomendação de ingestão de nutrientes, as chamadas “DRIs - *Dietary Reference Intakes*” ou “Ingestão Dietética de Referência”, onde a quantidade recomendada de ingestão de nutrientes baseia-se na prevenção de alterações clínicas e funcionais suficientes para manter uma reserva tecidual, e portanto, um estado nutricional saudável.

Contudo, a avaliação do estado nutricional envolve medidas de consumo alimentar e nutricional, bem como indicadores antropométricos, clínicos e bioquímicos de indivíduos ou grupos populacionais a serem avaliados. A primeira, sendo bem conhecida a sua problemática, envolve técnicas para se estimar o real consumo dos nutrientes (FRANK, 1994; BAXTER et al, 2004; CARRIQUIRY; CAMANO-GARCIA, 2006), que deve ser correlacionada com a segunda, que envolve parâmetros físicos e de concentração do nutriente em material biológico (GIBSON, 1990; NOBMANN, 2005). Tais avaliações se realizadas de modo isolado não refletem o estado nutricional e conseqüentemente o estado de saúde, de forma precisa e sensível.

São inúmeras as pesquisas de avaliação do estado nutricional em adultos e em grupos vulneráveis, com risco de deficiência específica de nutrientes, como gestantes, pré-escolares, adolescentes, idosos. Entretanto, são poucas as investigações do estado nutricional de escolares, especialmente aqueles na faixa etária entre 9 e 12 anos de idade, e que especifiquem a fase de maturação sexual ou estágio pubertal, norteados por parâmetros bioquímicos de avaliação de estado nutricional relativo a minerais.

Além disso, são raros os estudos que determinam o estado nutricional relativo ao zinco em tecidos que traduzem as reservas deste mineral, como é o caso da fração eritrocitária do sangue; onde neste estágio de vida, o zinco desempenha papel essencial na proliferação e reparo celular, bem como no crescimento, desenvolvimento e maturação sexual, existindo uma lacuna na literatura quanto aos valores de referência para zinco eritrocitário em crianças saudáveis pré-púberes ou em estágios iniciais da puberdade (NISHI, 1980; SCHLEGEL-ZAWADZKA ET AL, 2002; SANTOS; SARDINHA; COLLI, 2005).

Recentemente, muitos estudos têm demonstrado a alta prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes em todo o mundo, com o aparecimento de suas conseqüências como alterações na pressão sangüínea (QUIROS-TEJEIRA et al, 2007), no perfil lipídico (MONGE-ROJAS et al, 2005), na insulina plasmática e glicemia (DIETZ, 1998; NOBMANN, 2005). Entre outros fatores, estes são conhecidos por aumentarem o risco de desenvolvimento de doenças crônicas, o que têm alicerçado políticas de saúde pública e iniciativas de comitês de especialistas na elaboração de guias de recomendação para esta população (HIMES; DIETZ, 1994; CLAO, 1998; OLIVEIRA; FISBERG, 2003; MORE et al, 2006).

Esta pesquisa foi realizada com o intuito de avaliar o estado nutricional de escolares com idade entre 9 e 12 anos, pertencentes às redes pública e particular de ensino, do município de São João da Boa Vista (SP) e avaliar a relação entre a ingestão alimentar e o diagnóstico nutricional. O objetivo geral desta pesquisa foi avaliar o estado nutricional relativo ao zinco quanto à ingestão e concentração em tecidos biológicos. Os objetivos específicos foram: 1) Avaliar a adequação da ingestão relativa ao zinco segundo as DRIs (2000b); 2) Avaliar a adequação das concentrações plasmáticas, urinárias e eritrocitárias relativas ao zinco e sua correlação com a ingestão do mineral.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Entende-se como escolares a população que ingressa no 1º. ano do 1º. grau escolar do sistema de ensino brasileiro, passa pelo último ano (8º.) do 1º. grau, ou seja, pelo Nível Fundamental de Ensino, e se estende até o Nível Médio de Ensino do sistema brasileiro (do 1º. ao 3º. colegial). Esta população geralmente compreende o período de 7 a 17-18 anos de idade, abrangendo dois estágios da vida: a infância e a adolescência.

O crescimento do ser humano tem início na fecundação até a fase adulta. Medir esse crescimento na infância e adolescência constitui uma das maneiras mais eficientes de se avaliar a condição geral de saúde. Uma criança crescendo adequadamente estará aumentando o tamanho do seu corpo por processos de hiperplasia e hipertrofia celular. Se o ritmo de crescimento estiver aquém do esperado ou se houver alteração de peso, com valores distantes dos esperados dentro de uma curva padrão de referência, pode traduzir em problema alimentar ou infeccioso (FERREIRA, 2000)

Durante a infância, a velocidade de crescimento varia amplamente. Ocorre aceleração máxima nos três primeiros anos de vida, onde aos 2 anos de idade, o aumento na estatura é predominante em relação ao peso. Em seguida tem-se redução no ritmo de crescimento, e novamente aumenta por volta de 5 anos de idade. Entre 6 e 7 anos de idade, ocorre um pequeno aumento na velocidade de crescimento – “curto estirão”, mas o ganho na estatura geralmente é de pequena magnitude (ROGOL; CLARKE; ROEMMICH, 2000). Nesta idade, o acúmulo de gordura corporal aumenta progressivamente, denominando-se “adiposidade rebote”, onde a quantidade de gordura visceral acumulada é relativa ao tamanho do corpo e à porcentagem de gordura total; e se estende até a adolescência (CABALERO et al, 2003).

Com isso, crianças com idade entre 7 e 11 anos se tornam mais susceptíveis ao acúmulo de gordura, sendo importante considerar a variabilidade normal deste acúmulo em relação à massa corpórea total, requerendo cautela na interpretação da adiposidade, onde a relação entre gordura intra-abdominal, subcutânea e total deve ser considerada ao se avaliar risco nutricional (GORAN, 1997; CABALLERO et al, 2003). À medida que se aproxima da puberdade, a velocidade de crescimento reduz um pouco,

caracterizando a “curva pré-adolescente” (WHO, 2005). Este estágio de vida é denominado de pré-adolescência, considerando que a adolescência está compreendida entre 10 e 19 anos de idade (WHO, 1999).

Contudo, as manifestações de intensas alterações biológicas e psicossociais que caracterizam a adolescência têm limites bastante imprecisos (GOLDBERG, COLLI e CURI, 1984; ROGOL, CLARK e ROEMMICH, 2000), e sua definição deve englobar a ocorrência de eventos importantes, como a maturidade do sistema reprodutor, o desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários e o crescimento estatural, além das mudanças na composição corporal, que se iniciaram na pré-adolescência (WHO, 1999).

Baseado nestas mudanças físicas, psicológicas e sociais, os escolares podem ser subdivididos em (BUTLER; McKIE; RATCLIFFE, 1990):

- 1) Pré-púberes, que compreende um período que antecede a puberdade, antes dos eventos da maturação sexual, se iniciando aos 7-8 anos e se estendendo até 10-11 anos;
- 2) Púberes, período de início e continuidade da puberdade, onde ocorrem os eventos da maturação sexual, que compreende de 11-12 a 15-16 anos de idade; e
- 3) Pós-púberes: período posterior à puberdade, onde os caracteres sexuais secundários e o sistema reprodutor já estão desenvolvidos, e compreende de 16-17 a 18-19 anos de idade.

A puberdade é a terceira fase de crescimento somático acelerado, onde a seqüência das mudanças maturacionais para um crescimento harmônico relacionam-se à fatores genéticos, neuroendócrinos e ambientais, e, portanto, devendo ser avaliados de forma individualizada (EVELETH; TANNER, 1990).

As características sexuais primárias são aquelas relacionadas diretamente com a reprodução, onde no sexo feminino referem-se ao desenvolvimento dos ovários, do

útero e da vagina, e no sexo masculino, referem-se ao desenvolvimento dos testículos, da próstata e da produção de espermatozoides. As características sexuais secundárias são aquelas relacionadas ao dimorfismo sexual externo, como o desenvolvimento dos seios, pênis, pêlos faciais e pubianos, e modificação da voz, o qual é pré-determinado por diversos fatores, entre eles hormonal (hormônios esteróides sexuais, fator 1 de crescimento ligado à insulina - IGF-1 e leptina) (REYNOLDS; WINES, 1948 e 1951; ROCHE; TYLESHEVSKI; ROGERS, 1983; GARNETT et al, 2004).

Poucos são os dados da literatura que explicam as diferenças sexuais na composição corporal, massa e densidade óssea que ocorrem antes da puberdade em crianças, decorrente deste dimorfismo sexual; além dos efeitos relacionados à idade e sexo na distribuição e extensão de gordura na infância que persistem até a fase adulta (CASEY et al, 1994; GARNETT et al, 2004).

Contudo, os estudos de maturação sexual se concentram nas características sexuais secundárias, dado a impossibilidade de determinar o estágio de desenvolvimento dos órgãos sexuais internos. Tanner (1962) foi o responsável por popularizar este método de avaliação, elaborando um sistema de fotografias para a identificação dos estágios de maturação sexual para ambos os sexos:

- Pré-púberes: estágio 1 para meninas e estágios 1 e 2 para meninos
- Púberes: estágios 2 e 3 para meninas e estágio 3 para meninos
- Pós-púberes: estágios 4 e 5 para ambos os sexos.

Classificação de Tanner (TANNER; WHITEHOUSE, 1976):

M1 – P1 – G1: sem características sexuais secundárias (mamas, pêlos e genitália masculina infantil).

M2 – P2 – G2: meninas em estágio de crescimento (aréola e mamilos proeminentes, poucos pêlos) e meninos no início do estágio (poucos pêlos e genitália pouco desenvolvida).

M3 – P3 – G3: meninas com mamas já formadas, pêlos mais escuros, crescimento desacelerado e meninos em estirão de crescimento, pêlos mais escuros e espessos, genitália mais desenvolvida.

M4 – P4 – G4: meninas com ocorrência da menarca e fim do estirão e meninos em desaceleração do crescimento.

M5 – P5 – G5: meninas já com mamas e genitálias semelhantes à de mulheres adultas e meninos também semelhantes aos homens adultos, fim do estirão.

Estudos que investigam a relação entre maturação sexual e antropometria mostram que o pico de velocidade de crescimento em estatura e em massa corporal ocorre de 6 meses a um ano antes da menarca, sendo que, meninas com maturação sexual mais precoce, se tornam mais baixas no início da vida adulta, mesmo com um pico de velocidade maior (FRISCH; REVELLE, 1970; BIRO et al, 2001). Porém, o pico de ganho de peso coincide com a menarca e tende a aumentar ainda mais depois, devido ao aumento nos depósitos de tecido magro e de gordura decorrentes da ação do estrógeno, particularmente sobre o tecido adiposo periférico, e progesterona, particularmente sobre a massa magra e o tecido adiposo central (FRISCH; REVELLE; COOK, 1973; SAITO, 1985; ROSENBAUM; LEIBEL, 1999).

A variação na distribuição do tecido adiposo pode ter implicações para o risco de doenças crônicas, como hiperinsulinemia, intolerância à glicose e desenvolvimento de diabetes *mellitus* tipo 2 (CAPRIO et al, 1996; FREEDMAN et al, 1999; MARRERO, 2002), hipertensão arterial (REMSBERG et al, 2005), hiperlipidemia (VOBECKY et al, 1993; DIETZ, 1998; NOBMANN, 2005), obesidade (LOPEZ-BLANCO et al, 1999; WANG, 2002; CABALLERO et al, 2003) e doença cardiovascular (WALKER, 2000; MONGE-ROJAS et al, 2005). Portanto, esta distribuição de gordura corporal deve ser investigada, especialmente nos momentos em que os padrões de depósito de gordura se estabelecem, como nos estágios que antecedem a menarca, uma vez que ela é responsável pelas transformações nas dimensões do corpo (NEUTZLING, 1998; VITALLI et al, 2003). Tal fato justifica a avaliação de jovens escolares que se encontram em pleno crescimento e desenvolvimento; iminentes à estas transformações.

Em função disto, muitos estudos têm sido conduzidos nesta população, na tentativa de elucidar tais mecanismos, envolvendo técnicas de medição de tecido subcutâneo periférico (MALINA; KOZIEL; BIELICKI, 1999; BIRO et al, 2001), tecido adiposo visceral abdominal (GORAN et al, 1997; IBANEZ et al, 2003), tecido adiposo intra-abdominal (GOULDING et al, 1996; CAPRIO et al, 1996) e porcentagem total de gordura (GORAN et al, 1997; CABALLERO et al, 2003).

A determinação da adiposidade na infância e adolescência deve ser associada aos indicadores antropométricos e padrão de crescimento na avaliação do estado nutricional, cujos valores devem ser comparados não somente em termos de mediana (=percentil), mas também em função do grau e sentido do desvio-padrão da amostra (=escores z) (WHO, 1995; FERREIRA, 2000; McDOWELL et al, 2005).

No Brasil, o Ministério da Saúde, através do Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição (INAN, 1990) adotou como referência para a população brasileira, o padrão construído pelo *Nacional Center for Health Statistics* (NCHS, 1978), dos Estados Unidos e recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) para estudos antropométricos, em nível mundial. Marcondes et al (1970 e 1982), na tentativa de construir um padrão nacional e usando o subgrupo de crianças pertencentes a famílias de alta renda da população de Santo André e da Grande São Paulo, demonstraram medidas bastante similares de peso e estatura para todas as idades, reforçando a validade do uso do padrão NCHS naquela época, especialmente quando o padrão nacional fosse estratificado por renda.

Entretanto, erros de interpretação podem ocorrer durante a avaliação antropométrica, devendo-se ter cautela na utilização de alguns indicadores, especialmente o Índice de Massa Corporal (IMC), o qual deve ser acompanhado de outros indicadores para a determinação do estado nutricional, como por exemplo, a aferição de dobras cutâneas e determinação da porcentagem de gordura corporal total (WHO, 1995; de ONIS; HABICHT, 1996).

Embora seja amplamente utilizado devido à escassez de instrumentos de medição antropométrica, e ser de fácil e simples operacionalização, o IMC deve ser reavaliado para crianças e adolescentes, uma vez que podem ocorrer erros de

classificação, especialmente para indivíduos cujos valores são próximos aos limites de corte adotados para este indicador na definição de risco nutricional, além de não levar em conta o estágio de maturação sexual (LAZARUS et al, 1996; ANJOS; VEIGA; CASTRO, 1998; MONTEIRO, P.O.A., 2000; CABALLERO et al, 2003).

Outro cuidado e atenção deve-se à determinação da adequação da ingestão alimentar, onde valores de referência utilizados devem ser específicos para os diferentes grupos étnicos, com diferentes padrões antropométricos e de crescimento, e com possíveis interações nas dietas, devendo ser considerados os hábitos alimentares regionais (BURROWS; LEIVA; MUZZO, 1995; KERSTING; ALEXY; SICHERT-HELLERT, 2001).

A interpretação e utilização das novas diretrizes de recomendações de ingestão de nutrientes (IOM, 2000a e 2000b) devem obedecer aos requisitos a que se propõem, respeitando os critérios individuais e do grupo populacional, uma vez que se referem à ingestão de cada nutriente ao longo do tempo, por indivíduos aparentemente saudáveis; e uma avaliação pontual não necessariamente traduz inadequação ou deficiência nutricional (COZZOLINO, 2001).

Embora as medidas de ingestão calórica e nutricional sejam essenciais para identificar erros alimentares, os inquéritos dietéticos de avaliação de consumo realizados por meio de diferentes metodologias apresentam dificuldades em captar a grande variabilidade do consumo de alimentos por um curto período de tempo, mesmo possibilitando a medição direta da ingestão (MONDINI e MONTEIRO, 2000).

Os métodos disponíveis para a avaliação da ingestão alimentar incluem o "Recordatório de 24h", "Diário de registro alimentar", "Recordatório de pesagem de alimentos", "Recordatório de frequência alimentar", "Recordatório semi-quantitativo de frequência alimentar", "História dietética" e "Análise da porção em duplicata" (GIBSON, 1993; DWYER, 1994). Os dois primeiros métodos são mais fáceis e de uso rápido, embora sejam dependentes da confiança na memória e da precisão em estimar a porção consumida, e por isso não devem ser aplicados em crianças muito jovens. Além disso, podem promover mudanças no padrão da alimentação para refletir "boa dieta" (Recordatório de 24h) ou para simplificar o registro (Diário de Registro) (BAXTER et al,

2004). Entretanto, estudos realizados com crianças do 4º. grau do ensino fundamental ou com 10 anos de idade tais métodos se mostraram efetivos e acurados (DOMEL, 1997; BAXTER, 2003).

Beaton, Burema e Ritenbaugh (1997) afirmaram não haver, e provavelmente que nunca haverá, um método de estimar ingestão alimentar e nutricional sem erros, onde diferentes tipos de erro levam a diferentes efeitos na análise e interpretação de dietas, concluindo que o desafio seria desenvolver métodos estatísticos para avaliar a estrutura dos erros, caracterizando sua natureza e magnitude.

Neste sentido, alguns modelos estatísticos têm sido desenvolvidos para estimar a ingestão usual, mais do que a ingestão diária de componentes alimentares (CARRIQUIRY, 2003). Para tanto, dois Recordatórios alimentares de 24h são referidos como suficientes para estimar a distribuição usual (JAHNS et al, 2005), a menos que haja alimentos subestimados ou superestimados, ou erros de composição química dos alimentos na base dos dados. Ainda assim, a efetividade desses modelos estatísticos melhora à medida que aumenta o número de Recordatórios de 24h, sendo que a associação de outros questionários alimentares do tipo frequência de alimentos é recomendado (GIBSON, 1993; CARRIQUIRY; CAMANO-GARCIA, 2006).

A ingestão de nutrientes, seja ela calculada por tabelas de composição química de alimentos, seja por análise química direta, representa a quantidade máxima daquele nutriente disponível para o organismo. Entretanto, a quantidade realmente absorvida e utilizada pelas células dependerá da forma química do nutriente, da natureza do alimento ingerido e da composição total da dieta (O'DELL, 1984; COUZY et al, 1993; SOUTHGATE, 1993; HUNT, 2003).

Portanto, faz-se necessário o conhecimento da biodisponibilidade da dieta ou nutriente a ser avaliado frente a diversas interações nutricionais passíveis de ocorrer no lúmen intestinal ou sítios de absorção e utilização. Além disso, os estudos de biodisponibilidade de nutrientes, especialmente dos micronutrientes, permitem demonstrar a grande variabilidade de ingestão entre os indivíduos num mesmo grupo, a grande variabilidade intra-individual em um curto período de tempo, como também a

extensão de utilização em função da capacidade bioquímica e estrutural do organismo (COZZOLINO; MICHELAZZO, 2007).

Estado nutricional caracterizando baixo peso corporal, baixa estatura e desnutrição protéico-energética ainda ocorrem como problema de saúde pública no Brasil, acometendo principalmente crianças pré-escolares, especialmente em áreas rurais das regiões norte e nordeste (MONDINI; MONTEIRO, 2000). Entretanto, estados de deficiências nutricionais específicas ocorrem com frequência, afetando grupos de todas as faixas etárias e classes sociais, causando prejuízo no crescimento, desenvolvimento, capacidade cognitiva e de trabalho, capacidade imunológica e funcional, onde nem sempre seu diagnóstico é rápido e preciso (BLOEM, 1995; VASKONEN, 2003).

São muitos os estudos que mostram a influência das condições ambientais no estado nutricional de crianças e adolescentes de classes sócio-econômicas menos privilegiadas, as quais são mais vulneráveis às restrições alimentares e deficiências nutricionais específicas (STEFANINI et al, 1995; OLIVEIRA; CEZAR; SOARES, 2000; ASSIS et al, 2004; FRANK et al, 2006). Entretanto, são escassos os estudos que apontam baixos indicadores antropométricos, restrições alimentares e deficiência nutricional específica em crianças e adolescentes de extratos com maior renda, onde são cada vez mais comuns os riscos de inadequação alimentar e estado nutricional limítrofe para nutrientes específicos, como é o caso do ferro, cobre e zinco (URBANO et al, 2002; MARREIRO; FISBERG; COZZOLINO, 2002; KESKIN et al, 2005; FREIRE, 2006).

A dieta, portanto, desempenha papel fundamental na determinação do estado nutricional relativo à micronutrientes devido a possíveis interações nutricionais, podendo resultar em deficiências específicas. No caso do zinco, o processo digestivo permite a sua ligação com constituintes exógenos e endógenos no lúmen intestinal que podem promover a sua absorção e utilização ou atuar de maneira inversa, reduzindo a sua biodisponibilidade (FERGUSON et al, 1989; AGGETT; COMERFORD, 1995; LONNERDAL, 2000; IOM, 2000b; NEUMANN et al, 2003).

A deficiência de zinco devido a dietas com baixos teores ou baixa biodisponibilidade do mineral foi descrita em 1961 por Prasad, Wasted e Nadini, como sendo um fator etiológico importante para o retardo da maturação sexual e crescimento como um todo. Há mais de seis décadas o zinco tem sido reconhecido como essencial para o crescimento de microorganismos, plantas, animais e humanos (PRASAD, 2003).

Seu papel estrutural e funcional nas moléculas de proteínas traduz a importância biológica do zinco, com a participação fundamental na expressão do potencial genético. O zinco pode ser encontrado em quantidades significativas no RNA, desempenhando papel na organização polimérica tanto do RNA como DNA, conferindo estabilidade a algumas proteínas ligadas ao DNA e participando de forma reguladora da transcrição de polinucleotídeos, além de influenciar hormônios que participam da divisão e proliferação celular, como o GH e o IGF-1 (BRINDA, 1986; MacDONALD, 2000). Isto explica sua participação direta no crescimento e desenvolvimento de crianças e adolescentes

Em estudos com modelos animais (macacos *rhesus*) expostos à deficiência moderada de zinco no início da puberdade, o ganho de peso e crescimento linear foram reduzidos, acompanhados de baixa concentração plasmática de zinco; e no período pós-menarca, o crescimento esquelético, a maturação e mineralização foram mais lentos, embora a ingestão de zinco neste momento fosse levemente mais alta do que os controles, indicando a vulnerabilidade destes animais adolescentes frente à deficiência de zinco (GOLUB et al, 1996).

Mudanças em biomarcadores bem como sinais clínicos são verificados frente à deficiência grave de zinco, uma vez que suas funções catalítica, estrutural e reguladora nas células envolvem mais de 300 reações enzimáticas, regulando a expressão gênica de proteínas específicas (COUSINS, 1996; VITERI; GONZALES, 2002), e atuando de forma dinâmica no metabolismo lipídico, glicídico e protéico (PARASI; VALLEE, 1969; VALLEE; GALDES, 1984; McCALL; HUANG; FIERKE, 2000).

Keilin e Mann (1940) foram os primeiros a demonstrar uma função biológica específica do zinco, isolando a anidrase carbônica, enzima encontrada principalmente nas hemácias, responsável por aumentar a velocidade de formação do ácido carbônico

(H_2CO_3), a partir de moléculas de dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O), e regular a homeostase ácido-básica da vida orgânica. O zinco presente no sítio ativo desta enzima coordena a ligação da H_2O que irá reagir com o CO_2 , para formar H_2CO_3 . A deficiência de zinco reduz a atividade desta e de outras enzimas, como a retinol-desidrogenase, essencial para a oxidação do retinol à forma ativa (retinaldeído) ou reduz o transportador de retinol - RBP (retinol binding protein), dependentes de zinco, podendo levar à cegueira noturna (MILLS, 1989; JANG et al, 2000).

Como o zinco está envolvido na modulação da resposta imune, atuando na defesa imunológica e cicatrização (CHESTERS, 1997); no desenvolvimento cognitivo, atuando na memória (BHATNAGAR; TANEJA, 2001); e na sensação do gosto normal, atuando na percepção do paladar (BRINDA, 1986); é comum verificar em crianças, cujos estados nutricionais são deficientes em zinco, situações de infecção (BECK et al, 1997), diarreia (SAZAWAL, 1995), baixo rendimento escolar (BROWN et al, 2002) e redução do paladar (GIBSON et al, 1989; PRASAD, 2003).

Um mecanismo homeostático muito bem ajustado mantém o conteúdo corpóreo de zinco, regulando a sua quantidade nos processos de absorção, captação, distribuição e excreção, com concentrações plasmáticas permanecendo constantes, mesmo em estado de deficiência de zinco (FAIRWEATHER-TAIT, 1992; GISBERT-GONZÁLES; TORRES-MOLINA, 1996). O balanço entre absorção e secreção das reservas endógenas envolve um metabolismo adaptativo dependente da ingestão dietética de zinco (KING; KEEN, 1999).

O sítio de maior absorção deste mineral é o jejuno, por processo transcelular, e paracelular, quando em altas quantidades (KING; KEEN, 1999), sendo que a cinética de absorção parece ser por saturação, havendo aumento na velocidade de transporte frente à deficiência de zinco (McMAHON; COUSINS, 1998). Em dietas mistas, tipicamente ocidentais, a absorção varia de 30 a 40%, podendo ser alterada com mudanças na composição dos alimentos ou na fonte do zinco; e com a idade e estado nutricional relativo ao mineral (FAIRWEATHER-TAIT, 1992; LONNERDAL, 2000).

Desde que a metodologia para o uso de traçadores isotópicos estáveis de zinco foi desenvolvida, o metabolismo, a fração de zinco absorvida e distribuída têm sido

investigados, especialmente em homens adultos. Uma variedade de mediadores atua neste processo, incluindo endotoxinas e interleucina 1, envolvendo ativação de transportadores celulares de zinco e síntese de metalotioneína, principal carreador intracelular de zinco (COUSINS, 1996; KING, 2000). A transcrição do gene da metalotioneína é regulada pelo zinco, onde a quantidade de zinco ingerida é fator determinante no seu nível de expressão genética, e por isso pode servir como indicador de *status* de zinco (COUSIN; LEE-AMBROSE, 1992; SULIVAN; BURNETT; COUSINS, 1998).

Entretanto, metalotioneína eritrocitária, fosfatase alcalina, RBP não refletiram mudanças frente às variações do zinco dietético (BALES, 1994). Pelo fato de que o zinco está sob estrito controle homeostático, os indicadores mais comumente utilizados para medir estado nutricional, como concentração de zinco em fluidos corpóreos, e análise de biomarcadores, como atividade de enzimas dependentes de zinco, podem falhar em detectar um estado nutricional limítrofe em relação ao mineral (KING, 2001; LOWE, 2004).

3. METODOLOGIA

Após a aprovação do projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo (Anexo 1), os voluntários foram convocados por telefone para dar início à pesquisa, obedecendo aos seguintes critérios de seleção:

- Os jovens escolares deveriam compreender a faixa etária entre 9 e 12 anos;
- Ausência de menarca no T1 do estudo para o sexo feminino;
- Ausência de suplementação vitamínico-mineral ou de medicamento que pudesse interferir na avaliação do estado nutricional em relação ao zinco.
- Não apresentar doenças que pudessem interferir no estado nutricional em relação ao zinco, como por exemplo, *diabetes mellitus*, hipertensão arterial, insuficiência renal crônica.

A coleta dos dados seguiu o cronograma abaixo:

3.1. AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA

O peso corpóreo e a estatura dos escolares foram aferidos e relacionados com a idade, o sexo e os respectivos valores de referência, para construção dos escores z, segundo as curvas de crescimento 2000-CDC/NCHS (*Centers for Disease Control and Prevention/National Center for Health Statistics*) (KUCZMARSKI et al, 2002), seguida da adequação do estado nutricional (McDOWELL et al, 2005).

O Índice de Massa Corporal (IMC) foi definido de acordo com Quetelet (1871) e relacionado com a idade, o sexo e os respectivos pontos de corte (McDOWELL et al, 2005). As dobras cutâneas tricipital e subescapular foram aferidas por três vezes, sendo escolhido o valor modal e utilizado para o cálculo da percentagem de gordura corporal total (%GT) segundo Slaughter et al (1988), que leva em conta o estágio pubertal. Os pontos de corte para a %GT é arbitrário, sendo estimado segundo o sexo e a maturação sexual (WHO, 1995).

A maturação sexual foi determinada segundo a classificação do estágio pubertal, seguindo os critérios propostos por Tanner e Whitehouse (1976). Aos escolares eram mostradas as imagens e eles se auto classificavam de acordo com as mesmas no momento da avaliação.

As medidas de peso e estatura foram verificadas por meio de balança com cilindro com capacidade de 150 kg e precisão de 100 g, e estadiômetro, com limite máximo de 2,0 m e precisão 0,5 cm. Para a aferição das dobras cutâneas foi utilizado adipômetro CESCORF, com precisão de 1mm e pressão de 10 g/mm².

3.2. AVALIAÇÃO DIETÉTICA

Métodos quantitativos e qualitativos foram utilizados para estimar a ingestão alimentar dos jovens escolares, como o "Recordatório de 24h", o "Registro Alimentar de 2 dias" e o "Questionário de frequência alimentar" (GIBSON, 1993). Ao total foram

obtidos três inquéritos alimentares a cada tempo do estudo, sendo dois durante a semana e um durante o final de semana, perfazendo um total de nove inquéritos por escolar ao longo da investigação.

O programa 'Virtual Nutri' de análise de dietas por computador foi utilizado para determinar os valores de macro e micronutrientes (PHILIPPI; SZARFARC; LATERZA, 1996). Para complementar os valores nutricionais em relação ao zinco que eventualmente estivessem ausentes, a tabela de composição química dos alimentos de McCance e Widdowson's (1991) foi utilizada.

Para a adequação da ingestão alimentar e nutricional, bem como do consumo específico de zinco, as DRIs (*Dietary Reference Intake*) do Instituto de Medicina dos Estados Unidos foram utilizadas (IOM, 2000a e 2000b).

3.3. AVALIAÇÃO BIOQUÍMICA

3.3.1. SANGUE

O procedimento de coleta de sangue foi realizado por profissional especializado que assumiu a responsabilidade durante todo o período do estudo (Anexo 2). Os sujeitos da pesquisa foram orientados para estar sob condições de jejum por 12 horas, sendo o sangue coletado com seringas plásticas descartáveis e agulhas de aço inoxidável, estéreis e descartáveis.

No primeiro momento da pesquisa (T1), amostras de 10 mL de sangue foram coletadas dos escolares, sendo que 2,0 mL foram destinados à análise das concentrações plasmáticas de colesterol e triacilglicerol, que foram acondicionadas em tubos de vidro sem anticoagulante e realizada por laboratório credenciado, em parceria com a pesquisa. O restante foi colocado em tubo de polietileno desmineralizado*, contendo 100 µL de citrato de sódio à 30% (anticoagulante) para determinação de zinco

nas frações plasma e eritrócito, realizada pela pesquisadora responsável pelo estudo, tendo-se o cuidado de agitar o conteúdo do tubo suavemente por inversão.

Nos outros momentos da pesquisa (T2 e T3), foram coletadas amostras de volume menor, uma vez que os exames realizados em laboratórios credenciados não foram repetidos, com exceção daqueles que apresentaram alteração no T1, neste caso, para controle após orientação nutricional fornecida.

3.3.2. FRAÇÕES: PLASMA E ERITRÓCITO

A separação do plasma e do eritrócito se deu por meio de centrifugação a 3.000 x g por 15 min em temperatura ambiente, uma vez que no local do procedimento não havia centrífuga refrigerada. O Centrifugador Excelsa *Baby* FANEN, modelo 208N, foi o equipamento utilizado. Em seguida o plasma foi extraído com pipeta automática e ponteira plástica descartável e desmineralizada*, acondicionado em *eppendorfs* de polipropileno desmineralizados* e conservado à - 20°C para posterior análise.

A determinação de zinco no plasma seguiu o método proposto por Rodriguez et al (1989), sendo duas alíquotas retiradas de cada amostra, diluídas na proporção de 1:4 e aspiradas diretamente na chama do aparelho.

* Todo o material destinado à análise de zinco foi desmineralizado segundo as normas padronizadas pelo Laboratório de Nutrição - Minerais do Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da FCF/ USP: banho de ácido nítrico à 30% por 12 horas, seguido de lavagem por 10 vezes em água Milli-Q.

O eritrócito precipitado foi lavado por 3 vezes com 5,0 mL de solução salina isotônica tamponada à 0,9% (SORVALL®RC5C), homogeneizada lentamente por inversão e centrifugada à 5.000 x g por 10 min, procedimento este baseado no método de Whitehouse et al (1982), adaptado por Cordeiro (1994) e padronizado pelo Laboratório de Minerais do Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. Neste caso, o procedimento foi realizado em temperatura ambiente. Após a última lavagem, a massa de eritrócito foi cuidadosamente extraída com micropipeta e ponteira plástica descartável e desmineralizada*, acondicionada em *eppendorfs* de polipropileno desmineralizados* e conservada à - 20°C para posterior análise.

A determinação do zinco no eritrócito se deu em duas alíquotas retiradas de cada amostra, diluídas na proporção de 1:3 (lisado 1 = L1), e em seguida na proporção de 1:9 (lisado 2 = L2), por aspiração direta da amostra na chama do aparelho. Para expressão dos valores de zinco eritrocitários por grama de hemoglobina, a dosagem da hemoglobina também foi realizada (DRABKIN; AUSTIN, 1935), utilizando-se *kit* da Labtest e realizando leitura em espectrofotômetro UV a um comprimento de onda de 530 nm, onde as alíquotas foram retiradas do L1.

3.3.3. URINA

A coleta de urina de 24 h foi feita em garrafas plásticas desmineralizadas*, onde os sujeitos da pesquisa foram devidamente orientados quanto aos procedimentos adequados para não contaminação do material. Após o recebimento da urina, seu volume total foi homogeneizado e medido em proveta volumétrica, e uma alíquota de 120 mL foi acondicionada em frascos plásticos desmineralizados*, desprezado-se o restante. Estes fracos contendo as alíquotas foram acondicionados em isopor com gelo para transporte e conservados à - 20°C para posterior análise.

A determinação de zinco na urina ocorreu apenas nos T2 e T3 do estudo e seguiu o método proposto por Kilerich et al (1980), sendo que a leitura feita pelo espectrofotômetro de absorção atômica se deu pela aspiração direta da amostra na chama do aparelho.

3.3.4. CONTROLE METODOLÓGICO

Para o controle metodológico de determinação de zinco em material biológico, dois padrões de referência foram utilizados juntamente com todas os procedimentos analíticos: material certificado "*Second-Generation Biological Reference Material*" (*Freeze-Dried human serum for trace element determinations*) e "*Seronorm serum e urine blank*", reconstituídos para a obtenção de valores dentro do intervalo de confiança determinado.

Todos os reagentes utilizados foram de grau de pureza analítica P.A. e a água utilizada em todos os procedimentos analíticos foi do tipo Milli-Q®.

Para a determinação do zinco urinário, bem como do zinco plasmático e eritrocitário, o espectrofotômetro de absorção atômica Hitachi Z 5000 foi o equipamento utilizado, calibrado nas seguintes condições de trabalho: comprimento de onda 213,9 nm, fenda 0,4 nm, chama de acetileno com fluxo de 2,0 L/ min e oxidante com fluxo de 15,0 L/ min, em replicata de leitura com 2 tomadas, curva preparada com zinco Tritisol® (MERK) diluído, com 6 pontos de leitura (0,0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,5; 1,0 µg Zn/ mL) com solução de ácido nítrico à 1% e coeficiente de correlação entre 0,9994 e 0,9999.

3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A pesquisa recebeu assessoria estatística do Centro de Estatística Aplicada do Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo, onde o teste Qui-quadrado de Pearson foi utilizado para comparar as médias das variáveis analisadas e a associação entre elas, bem como o coeficiente de correlação de Pearson foi calculado para todas as variáveis (BUSSAB, 1988; CHING, 1995; BERQUÓ; SOUZA; GOTLIEB, 2002).

A primeira análise estatística teve o objetivo de verificar se os escolares de ambas as redes pública e particular de ensino poderiam ser considerados estatisticamente iguais em relação à variável analisada. Para isto foi utilizada a técnica de Intervalos de Confiança (IC) para a média. Dois grupos são considerados estatisticamente iguais (médias iguais) se houver intersecção entre os intervalos para as médias dos grupos considerados. Os intervalos foram construídos pela média do grupo ($\pm$ erro-padrão), onde o erro-padrão é o desvio-padrão dividido pelo tamanho da amostra.

4. RESULTADOS

Todos os resultados encontrados seguem expressos por média, desvio-padrão ($\pm$ DP), mediana e valores mínimo e máximo.

Os resultados da avaliação antropométrica dos escolares estudados podem ser observados nas tabelas de 1 a 6, segundo o sexo e a variável medida. As tabelas 1, 2 e 3 mostram os resultados dos escolares pertencentes à rede pública de ensino, respectivamente por momento estudado, ou seja, T1, T2, T3. As tabelas 4, 5 e 6 mostram os resultados dos escolares pertencentes à rede particular de ensino, também segundo o momento de estudo.

Tabela 1: Medidas Antropométricas dos jovens das escolas públicas, por sexo – T1. SJBVista, 2006

Medidas Antropométricas	Sexo (n)	Média ($\pm$ DP)	Mediana	Mínimo	Máximo
Peso Corporal (kg)	F (35)	38,0 ($\pm$ 10,6)	34,1	24,6	74,6
	M (26)	43,3 ($\pm$ 15,6)	39,0	30,6	106,4
	T (61)	40,3 ($\pm$13,2)	36,1	24,6	106,4
Estatura (cm)	F (35)	142,3 ($\pm$ 8,3)	140,5	124,0	164,0
	M (26)	143,7 ($\pm$ 6,9)	143,5	131,5	160,5
	T (61)	142,9 ($\pm$8,0)	143,0	124,0	164,0
IMC (kg/m ²)	F (35)	18,5 ($\pm$ 3,5)	17,6	14,3	29,1
	M (26)	20,6 ($\pm$ 5,4)	19,3	15,3	41,3
	T (61)	19,4 ($\pm$4,5)	18,5	14,3	41,3
GT (%)	F (34)	21,0 ($\pm$ 8,2)	18,3	9,5	39,2
	M (24)	21,0 ($\pm$ 8,8)	18,4	9,1	39,6
	T (58)	21,0 ($\pm$8,4)	18,4	9,1	39,6

Tabela 2: Medidas Antropométricas dos jovens das escolas públicas, por sexo – T2. SJBVista, 2006

Medidas Antropométricas	Sexo (n)	Média ($\pm$ DP)	Mediana	Mínimo	Máximo
Peso Corporal (kg)	F (30)	40,0 ($\pm$ 11,0)	36,1	26,5	76,8
	M (25)	44,3 ($\pm$ 10,7)	41,5	29,3	68,5
	T (55)	41,9 ($\pm$11,0)	39,2	26,5	76,8
Estatura (cm)	F (30)	143,9 ($\pm$ 8,9)	143,3	125,0	161,0
	M (25)	145,5 ($\pm$ 6,3)	146,0	134,5	158,5
	T (55)	144,6 ($\pm$7,8)	144,5	125,0	161,0
IMC (kg/m^2)	F (30)	19,1 ($\pm$ 3,6)	18,1	14,6	29,6
	M (25)	20,8 ($\pm$ 4,0)	20,4	15,1	29,5
	T (55)	19,8 ($\pm$3,8)	19,0	14,6	29,6
GT (%)	F (30)	21,6 ($\pm$ 8,6)	21,0	10,7	42,7
	M (25)	22,6 ($\pm$ 9,8)	21,4	8,9	41,0
	T (55)	22,0 ($\pm$9,1)	21,4	8,9	42,7

Tabela 3: Medidas Antropométricas dos jovens das escolas públicas, por sexo – T3. SJBVista, 2006

Medidas Antropométricas	Sexo (n)	Média ($\pm$ DP)	Mediana	Mínimo	Máximo
Peso Corporal (kg)	F (26)	39,1 ($\pm$ 7,3)	36,5	29,3	54,3
	M (19)	46,4 ($\pm$ 10,7)	42,6	32,2	69,1
	T (45)	42,1 ($\pm$9,5)	40,2	29,3	69,1
Estatura (cm)	F (26)	144,9 ($\pm$ 7,8)	145,5	127,5	159,5
	M (19)	148,3 ($\pm$ 7,4)	148,0	138,0	164,0
	T (45)	146,3 ($\pm$7,7)	146,0	127,5	164,0
IMC (kg/m^2)	F (26)	18,6 ($\pm$ 3,0)	17,7	14,7	26,2
	M (19)	21,0 ($\pm$ 3,8)	20,7	16,1	29,5
	T (45)	19,6 ($\pm$3,5)	18,8	14,7	29,5
GT (%)	F (26)	20,7 ($\pm$ 6,6)	19,4	11,9	34,5
	M (18)	21,5 ($\pm$ 7,8)	22,2	9,2	33,5
	T (44)	21,0 ($\pm$7,0)	20,1	9,2	34,5

Tabela 4: Medidas Antropométricas dos jovens das escolas particulares, por sexo – T1. SJBVista, 2006

Medidas Antropométricas	Sexo (n)	Média ($\pm$ DP)	Mediana	Mínimo	Máximo
Peso Corporal (kg)	F (30)	39,1 ($\pm$ 10,1)	37,1	23,1	61,5
	M (10)	45,2 ($\pm$ 20,9)	39,2	25,0	99,9
	T (40)	40,6 ($\pm$13,5)	38,1	23,1	99,9
Estatura (cm)	F (30)	145,6 ($\pm$ 9,4)	143,8	129,0	167,0
	M (10)	143,6 ($\pm$ 10,1)	144,5	130,0	159,5
	T (40)	145,1 ($\pm$9,5)	144,3	129,0	167,0
IMC (kg/m^2)	F (30)	18,2 ($\pm$ 3,1)	17,7	12,9	25,8
	M (10)	21,2 ($\pm$ 6,8)	19,9	14,8	39,3
	T (40)	18,9 ($\pm$4,4)	18,0	12,9	39,3
GT (%)	F (30)	25,6 ($\pm$ 8,8)	24,0	13,4	41,5
	M (9)	26,9 ($\pm$ 11,2)	30,0	9,6	39,9
	T (39)	25,9 ($\pm$9,3)	25,2	9,6	41,5

Tabela 5: Medidas Antropométricas dos jovens das escolas particulares, por sexo – T2. SJBVista, 2006

Medidas Antropométricas	Sexo (n)	Média ($\pm$ DP)	Mediana	Mínimo	Máximo
Peso Corporal (kg)	F (27)	41,9 ($\pm$ 9,5)	40,4	25,5	63,7
	M (10)	46,6 ($\pm$ 22,6)	40,1	26,1	105,8
	T (37)	43,1 ($\pm$14,0)	40,4	25,5	105,8
Estatura (cm)	F (27)	148,4 ($\pm$ 10,0)	147,0	126,5	164,5
	M (10)	146,8 ($\pm$ 10,3)	147,5	134,0	162,5
	T (37)	148,0 ($\pm$10,0)	147,0	126,5	164,5
IMC (kg/m^2)	F (27)	18,8 ($\pm$ 2,7)	18,1	14,4	25,4
	M (10)	20,9 ($\pm$ 7,1)	18,6	14,5	40,1
	T (37)	19,4 ($\pm$4,4)	18,1	14,4	40,1
GT (%)	F (27)	26,0 ($\pm$ 8,2)	27,8	13,3	41,8
	M (9)	25,6 ($\pm$ 10,2)	25,0	10,2	39,2
	T (36)	25,9 ($\pm$8,6)	25,5	10,2	41,8

Tabela 6: Medidas Antropométricas dos jovens das escolas particulares, por sexo – T3. SJBVista, 2006

Medidas Antropométricas	Sexo (n)	Média ($\pm$ DP)	Mediana	Mínimo	Máximo
Peso Corporal (kg)	F (26)	43,0 ($\pm$ 9,3)	42,1	27,2	66,5
	M (9)	48,6 ($\pm$ 23,4)	42,5	27,1	107,0
	T (35)	44,4 ($\pm$14,1)	42,5	27,1	107,0
Estatura (cm)	F (26)	150,7 ($\pm$ 9,0)	148,8	136,5	166,5
	M (9)	148,8 ($\pm$ 10,7)	149,0	136,0	163,5
	T (35)	150,2 ($\pm$9,3)	149,0	136,0	166,5
IMC (kg/m^2)	F (26)	18,8 ($\pm$ 2,8)	18,5	14,4	25,7
	M (9)	21,3 ($\pm$ 7,4)	19,4	14,7	40,0
	T (35)	19,4 ($\pm$4,5)	18,5	14,4	40,0
GT (%)	F (26)	22,5 ($\pm$ 7,4)	20,4	14,0	42,7
	M (8)	20,1 ($\pm$ 10,8)	16,3	10,4	35,6
	T (34)	21,9 ($\pm$8,2)	20,2	10,4	42,7

As considerações estatísticas quanto às variáveis apresentadas são:

- 1) Em relação ao peso corpóreo, IMC: para cada tempo de estudo, a média de cada uma destas variáveis para os escolares são estatisticamente iguais, ou seja, os escolares de ambas as escolas podem ser analisados juntos.
- 2) Em relação à estatura: a média dos escolares é estatisticamente igual apenas no T1 do estudo. Analisando por sexo e escola, para os escolares do sexo masculino, a média é estatisticamente igual nos três tempos, mas para escolares

do sexo feminino a média só é estatisticamente igual no T1, ou seja, as meninas de ambas as escolas não podem ser analisadas juntas nos T2 e T3.

A distribuição dos escolares segundo os escores z (2000-CDC/NCHS) para estatura, peso e IMC em função da idade está contida na tabela 7 e aqueles que ultrapassam 2 DP (graves) para estes indicadores foram destacados.

Tabela 7: Distribuição dos escores z de E/I, P/I e IMC/I para escolares, segundo rede de ensino. SJBVista, 2006.

		Idade (anos)		
		9 ----- 10	10 ----- 11	11 ----- 13
escores z E/I	-2DP	0	0	1
	-1DP	1	1	5
	Pública Mediana	8	18	9
	+1DP	1	1	1
	+2DP	1	0	0
	-2DP	0	0	0
	-1DP	1	1	4
	Particular Mediana	6	8	10
	+1DP	2	0	3
	+2DP	0	1	1
escores z P/I	-2DP	0	0	0
	-1DP	1	2	4
	Pública Mediana	6	15	9
	+1DP	2	2	3
	+2DP	2	1	0
	-2DP	0	0	0
	-1DP	2	3	3
	Particular Mediana	2	6	9
	+1DP	4	1	5
	+2DP	1	0	1
Escores z IMC/I	-2DP	0	0	0
	-1DP	0	5	2
	Pública Mediana	6	11	10
	+1DP	3	3	3
	+2DP	2	1	1
	-2DP	0	1	0
	-1DP	2	1	1
	Particular Mediana	3	7	12
	+1DP	4	1	4
	+2DP	0	0	1

Tanto os escolares da rede pública como os da rede particular apresentaram para o sexo feminino a média de peso corpóreo, a média de estatura e a média de IMC menores do que a média do padrão de referência americano, com exceção da estatura das meninas das escolas particulares nos T2 e T3 do estudo, onde as médias foram maiores (McDOWELL et al, 2005).

Já para o sexo masculino, este padrão inverteu, ou seja, tanto os escolares da rede pública como os da rede particular apresentaram uma média de peso corpóreo e uma média de IMC maiores do que o padrão de referência americano. Para a estatura, as médias superaram o padrão de referência americano, sendo menor apenas para os meninos das escolas públicas e particulares no T1, ou seja, para crianças com idade e maturação sexual menores (McDOWELL e col, 2005).

Analizando os escolares de ambas as redes de ensino e excluindo aqueles com parâmetro fora da normalidade para o IMC, ou seja, valores iguais ou abaixo do percentil 15 (P15) e iguais ou acima do percentil 85 (P85), a tabela 8 foi então elaborada para mostrar os valores médios dos escolares supostamente eutróficos, comparados por sexo e estágio pubertal.

Tabela 8: Valores médios ($\pm$ DP) de IMC (kg/m^2), de jovens escolares eutróficos, segundo sexo e estágio pubertal. SJBVista, 2006.

	IMC		
	Tanner 1	Tanner 2	Tanner 3
F	17,9 (1,8) n=16 (9,1 ----- 11,3)*	19,9 (3,0) n=20 (9,9 ----- 12,8)*	19,6 (2,4) n=9 (11,1 ----- 12,10)*
M	18,9 (1,8) n=13 (9,2 ----- 12,0)*	18,9 (2,1) n=14 (9,5 ----- 12,6)*	- - -

n = no. de escolares

* Faixa etária em anos

Contudo, ao avaliar o IMC segundo a idade para todos os escolares do estudo, observou-se uma boa sensibilidade ($=1$) deste indicador para diagnosticar excesso de peso, porém uma menor sensibilidade ($=0,5$) em diagnosticar baixo peso, especialmente no sexo feminino. Além disso, produziu uma especificidade menor para as meninas, tanto as de baixo peso ($=0,15$) como as com excesso de peso ($=0,12$).

A sensibilidade mede o resultado para o teste de classificação positiva e a especificidade mede o resultado para o teste de classificação negativa, e que geralmente são inversamente relacionadas, onde um teste perfeito é aquele que o índice de verdadeiro-positivo ($=$ sensibilidade) é igual a 1 e o índice de falso-positivo ($=$ especificidade) é igual a 0 (SACKETT; HAYNES; TUGWELL, 1981).

Quando os valores de IMC foram ajustados segundo o estágio pubertal e avaliados para diagnosticar excesso de peso, a sensibilidade manteve-se boa ($=1$) para ambos os sexos, mas a especificidade piorou para as meninas ($=0,22$) e para os meninos ($=0,21$), aumentando o número de casos de falso-positivos e falso-negativos. Em função disso, a caracterização da população estudada foi reavaliada e o IMC ajustado foi considerado para diagnosticar o estado nutricional (Tabela 9).

Tabela 9: Estado nutricional dos escolares por IMC ajustado*, segundo rede de ensino e sexo. SJBVista, 2006.

		Pública		Particular		Total	
		Feminino	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino
IMC	$\leq P15$	6 [19%]	3 [11%]	9 [29%]	1 [10%]	15 [24%]	4 [11%]
	$P15 > P50 < P85$	20 [62%]	15 [58%]	13 [42%]	4 [40%]	33 [52%]	19 [53%]
	$\geq P85$	6 [19%]	8 [31%]	9 [29%]	5 [50%]	15 [24%]	13 [36%]
	Total	32 [51%]	26 [72%]	31 [49%]	10 [28%]	63 [100%]	36 [100%]

* IMC ajustado: Índice de Massa Corporal ajustado para os falso-positivos e falso-negativos

(SACKETT; HAYNES; TUGWELL, 1981)

Os gráficos 1 e 2 ilustram a tabela 9, para uma melhor visualização da amostra estudada.

Os gráficos a seguir demonstram a correlação linear existente entre os dois parâmetros de estado nutricional que medem a adiposidade dos escolares: IMC e %GT. O gráfico 3 refere-se ao sexo masculino no início do estudo, com um valor de $r=0,710$ e o gráfico 4 refere-se ao sexo feminino no início do estudo, com um valor de $r=0,613$. O gráfico 5 refere-se ao sexo masculino no final do estudo, com um valor de $r=0,809$ e o gráfico 6 refere-se ao sexo feminino no final do estudo, com um valor de $r=0,744$, apresentando contudo uma forte correlação, especialmente com a evolução do estágio pubertal.

Gráfico 5: Dispersão entre IMC e % Gordura Total para o sexo masculino - T3. SJBVista, 2006.

Gráfico 6: Dispersão entre IMC e % Gordura Total para o sexo feminino - T3. SJBVista, 2006.

Embora o perfil lipídico dos escolares não tenha sido o foco deste estudo, ele foi determinado no momento inicial (Tabela 10). Respectivamente para os indivíduos da rede pública e da rede particular de ensino, as concentrações plasmáticas médias de colesterol foram 166,5 ($\pm 27,9$) mg% e 176,9 ($\pm 24,2$) mg%, e de triacilglicerol foram 69,9 ($\pm 25,9$) mg% e 102,8 ($\pm 42,7$) mg%. Um desvio-padrão alto para ambos os parâmetros bioquímicos pode ser observado, onde os valores oscilaram entre 99,0 e 241,0 mg% e entre 128,0 e 227,0 mg% respectivamente para as escolas, segundo concentração de colesterol, e entre 25 e 138 mg% e entre 50 e 220 mg% respectivamente para as escolas, segundo concentração de triacilglicerol.

Foram encontrados 25,0% dos escolares pertencentes às escolas públicas e 42,5% dos escolares das escolas particulares em condições de risco para doenças cardiovasculares (DCV) – concentração plasmática de colesterol entre 175 e 200 mg% ou maior e de triacilglicerol entre 94 e 140 mg% ou maior – valores estes utilizados como referência pelos laboratórios que realizaram estas análises. Houve correlação linear positiva entre as variáveis IMC e colesterolemia ($r=0,345$ e $r=0,143$) e entre as variáveis IMC e triacilgliceridemia ($r=0,286$ e $r=0,383$), respectivamente para as escolas públicas e particulares. Entretanto, nenhuma correlação linear foi estabelecida entre as variáveis de consumo (energia, gorduras totais e colesterol) e os valores plasmáticos de colesterol e triacilgliceróis.

As tabelas de 11 a 16 indicam os resultados encontrados do consumo energético, protéico e de zinco dos escolares avaliados, segundo o sexo e a variável medida. As tabelas 11, 12 e 13 referem-se aos resultados respectivamente dos T1, T2 e T3 dos escolares pertencentes à rede particular de ensino, e as tabelas 14, 15 e 16 referem-se aos resultados respectivamente dos T1, T2 e T3 dos escolares pertencentes à rede pública de ensino. Foram destacados os valores para zinco abaixo das recomendações (EAR = 7,0 mg/ d – IOM, 2000b).

Tabela 10: Ingestão de colesterol e concentrações plasmáticas de colesterol e triacilglicerol de escolares, segundo sexo e rede de ensino. SJBVista, 2006.

Todos		Colesterol Ingerido *	Colesterolemia *	Trigliceridemia *
		(mg/d)	(mg%)	(mg%)
Públicas	Feminino	316,7 (±193,0)	164,3 (±28,8)	70,8 (±25,9)
	n=33	111,1 ---- 834,9	99,0 ---- 241,0	26,0 ---- 130,0
	Masculino	290,3 (±162,1)	169,3 (±27,1)	68,6 (±26,3)
	n=25	68,3 ---- 609,8	132,0 ---- 222,0	25,0 ---- 138,0
Total		304,6 (±177,5)	166,5 (±27,9)	69,9 (±25,9)
n=58		68,3 ---- 834,9	99,0 ---- 241,0	25,0 ---- 138,0
Particulares	Feminino	272,6 (±95,2)	176,6 (±21,4)	102,1 (±40,3)
	n=30	111,6 ---- 435,8	139,0 ---- 227,0	50,0 ---- 204,0
	Masculino	296,8 (±126,7)	177,8 (±32,8)	104,9 (±51,6)
	n=10	96,9 ---- 451,7	128,0 ---- 225,0	52,0 ---- 220,0
Total		289,5 (±95,9)	176,9 (±24,2)	102,8 (±42,7)
n=40		111,6 ---- 451,7	128,0 ---- 227,0	50,0 ---- 220,0
Alterados				
Públicas	Feminino	248,7 (±164,9)	212,2 (±20,4)	124,3 (±8,1)
	n=5 / n=3	119,0 ---- 469,5	194,0 ---- 241,0	115,0 ---- 130,0
	Masculino	291,0 (±188,0)	206,2 (±13,8)	113,8 (±17,3)
	n=6 / n=4	68,3 ---- 490,1	188,0 ---- 222,0	97,0 ---- 138,0
Total		270,1 (±168,2)	208,9 (±16,4)	118,0 (±14,3)
n=11 / n=7		68,3 ---- 490,1	188,0 ---- 241,0	97,0 ---- 138,0
Particulares	Feminino	340,9 (±104,9)	203,4 (±14,9)	168,6 (±32,5)
	n=7 / n=5	169,3 ---- 435,8	184,0 ---- 227,0	133,0 ---- 204,0
	Masculino	292,9 (±91,5)	201,2 (±14,7)	153,3 (±47,0)
	n=6 / n=4	171,0 ---- 393,1	182,0 ---- 225,0	110,0 ---- 220,0
Total		321,7 (±97,6)	202,4 (±14,3)	161,8 (±37,7)
n=13 / n=9		169,3 ---- 435,8	182,0 ---- 227,0	110,0 ---- 220,0

* Média (±DP)

Valores Mínimos ---- Valores Máximos

Tabela 11: Medidas de Consumo Alimentar dos jovens das escolas particulares, por sexo – T1. SJBVista, 2006

Consumo Alimentar	Sexo (n)	Média ($\pm$ DP)	Mediana	Mínimo	Máximo
Energia (kcal)	F (30)	2205,3 ($\pm$ 468,6)	2132,7	1413,3	3366,1
	M (10)	2265,8 ($\pm$ 476,5)	2122,3	1769,5	3220,4
	T (40)	2220,4 ($\pm$465,2)	2127,6	1413,3	3366,1
Proteína (g)	F (30)	82,5 ($\pm$ 24,9)	76,4	41,9	153,7
	M (10)	82,2 ($\pm$ 20,7)	74,8	60,2	118,0
	T (40)	82,4 ($\pm$23,7)	76,4	41,9	153,7
Zn (mg)	F (30)	9,9 ($\pm$ 4,6)	9,1	4,1	25,6
	M (10)	9,6 ($\pm$ 4,1)	8,9	3,5	16,1
	T (40)	9,8 ($\pm$4,4)	9,1	3,5	25,6

Tabela 12: Medidas de Consumo Alimentar dos jovens das escolas particulares, por sexo – T2. SJBVista, 2006

Consumo Alimentar	Sexo (n)	Média ($\pm$ DP)	Mediana	Mínimo	Máximo
Energia (kcal)	F (27)	2040,1 ($\pm$ 597,2)	1937,6	1258,9	3176,1
	M (10)	2442,5 ($\pm$ 705,9)	2352,5	1346,1	3303,4
	T (37)	2148,8 ($\pm$644,2)	2020,2	1258,9	3303,4
Proteína (g)	F (27)	71,4 ($\pm$ 21,4)	65,9	41,2	129,2
	M (10)	76,6 ($\pm$ 23,1)	74,2	35,3	107,7
	T (37)	72,8 ($\pm$21,7)	69,7	35,3	129,2
Zn (mg)	F (27)	8,4 ($\pm$ 3,6)	7,6	2,8	17,7
	M (10)	8,7 ($\pm$ 3,4)	7,8	4,7	15,2
	T (37)	8,5 ($\pm$3,5)	7,6	2,8	17,7

Tabela 13: Medidas de Consumo Alimentar dos jovens das escolas particulares, por sexo – T3. SJBVista, 2006

Consumo Alimentar	Sexo (n)	Média ($\pm$ DP)	Mediana	Mínimo	Máximo
Energia (kcal)	F (26)	1976,2 ($\pm$ 596,3)	2019,5	754,3	3548,6
	M (9)	2481,0 ($\pm$ 546,7)	2406,3	1494,9	3299,3
	T (35)	2106,0 ($\pm$617,9)	2096,5	754,3	3548,6
Proteína (g)	F (26)	72,3 ($\pm$ 24,0)	69,2	23,1	135,5
	M (9)	100,7 ($\pm$ 32,7)	92,9	68,0	159,0
	T (35)	79,6 ($\pm$28,9)	73,1	23,1	159,0
Zn (mg)	F (26)	7,8 ($\pm$ 4,0)	7,3	2,1	18,8
	M (9)	12,6 ($\pm$ 5,5)	11,1	6,4	24,2
	T (35)	9,1 ($\pm$4,8)	8,3	2,1	24,2

Tabela 14: Medidas de Consumo Alimentar dos jovens das escolas públicas, por sexo – T1. SJBVista, 2006

Consumo Alimentar	Sexo (n)	Média ($\pm$ DP)	Mediana	Mínimo	Máximo
Energia (kcal)	F (36)	2345,1 ($\pm$ 624,5)	2292,6	1288,9	3966,4
	M (26)	2040,3 ($\pm$ 438,3)	2032,3	1107,4	3117,5
	T (62)	2217,3 ($\pm$570,5)	2187,5	1107,4	3966,4
Proteína (g)	F (36)	78,5 ($\pm$ 26,4)	72,8	49,3	167,8
	M (26)	78,2 ($\pm$ 26,2)	83,3	35,6	129,8
	T (62)	78,4 ($\pm$26,1)	74,9	35,6	167,8
Zn (mg)	F (36)	9,5 ($\pm$ 4,6)	8,5	2,6	21,2
	M (26)	9,5 ($\pm$ 4,0)	8,6	4,0	16,9
	T (62)	9,5 ($\pm$4,3)	8,5	2,6	21,2

Tabela 15: Medidas de Consumo Alimentar dos jovens das escolas públicas, por sexo – T2. SJBVista, 2006

Consumo Alimentar	Sexo (n)	Média ($\pm$ DP)	Mediana	Mínimo	Máximo
Energia (kcal)	F (28)	1814,9 ($\pm$ 543,8)	1772,0	840,0	2943,3
	M (22)	2020,9 ($\pm$ 568,7)	1896,9	1124,8	3339,7
	T (50)	1905,5 ($\pm$558,7)	1866,4	840,0	3339,7
Proteína (g)	F (28)	62,0 ($\pm$ 22,7)	57,4	24,2	98,3
	M (22)	77,0 ($\pm$ 19,4)	76,6	37,9	114,5
	T (50)	68,6 ($\pm$22,4)	70,3	24,2	114,5
Zn (mg)	F (28)	7,8 ($\pm$ 3,3)	7,2	2,2	14,8
	M (22)	8,7 ($\pm$ 3,9)	7,5	3,1	18,3
	T (50)	7,9 ($\pm$3,6)	7,3	2,2	18,3

Tabela 16: Medidas de Consumo Alimentar dos jovens das escolas públicas, por sexo – T3. SJBVista, 2006

Consumo Alimentar	Sexo (n)	Média ($\pm$ DP)	Mediana	Mínimo	Máximo
Energia (kcal)	F (24)	1883,1 ($\pm$ 478,7)	1776,0	1036,8	2787,7
	M (16)	2158,6 ($\pm$ 560,1)	2106,6	1255,4	3033,3
	T (40)	1993,3 ($\pm$523,9)	1866,6	1036,8	3033,3
Proteína (g)	F (24)	65,4 ($\pm$ 19,8)	63,7	28,7	103,7
	M (16)	79,7 ($\pm$ 27,8)	73,4	45,2	149,1
	T (40)	71,1 ($\pm$24,0)	68,6	28,7	149,1
Zn (mg)	F (24)	8,6 ($\pm$ 3,5)	7,3	2,5	15,5
	M (16)	9,8 ($\pm$ 4,3)	9,9	2,2	19,4
	T (40)	9,1 ($\pm$3,9)	9,2	2,2	19,4

As considerações estatísticas quanto à variável zinco dietético são: para cada tempo de estudo, a média desta variável para os escolares são estatisticamente iguais, ou seja, os escolares de ambas as escolas podem ser analisados juntos.

O consumo energético médio dos escolares ficou dentro do valor recomendado para idade e sexo no T1 do estudo, com exceção dos meninos na faixa etária de 11 à 13 anos da rede pública (IMO, 2000a). Entretanto, 17% de toda a população estudada neste momento relataram consumir menos que 85% do valor recomendado, sendo destes, metade, classificada de sobrepeso ou obesidade ($P \geq 85$) e metade como eutrofia ($P_{15} > P_{50} < P_{85}$), denotando uma subestimação do relato na quantidade consumida por este subgrupo da amostra.

Nos T2 e T3 do estudo, apenas os escolares da rede particular apresentaram consumo energético médio adequado, mesmo tendo aumentado o número de inquéritos alimentares que apresentaram valores abaixo das recomendações. Ao todo, 27% no T2 e 25% no T3 relataram consumir menos que 85% do valor recomendado, e mais uma vez, metade destes foi classificada como sobrepeso ou obesidade ($P \geq 85$) e metade como eutrofia ($P_{15} > P_{50} < P_{85}$) no T2, e um terço classificado como sobrepeso ou obesidade ($P \geq 85$) e dois terços como eutrofia ($P_{15} > P_{50} < P_{85}$) no T3, novamente denotando uma subestimação de relato nos subgrupos referidos. Vale a pena ressaltar que, a maioria era constituída dos mesmos escolares que supostamente subestimaram a ingestão no momento inicial do estudo.

A frequência de consumo dos alimentos foi verificada no início e no final do estudo e um levantamento médio por sexo e rede de ensino foi feito segundo a citação do alimento no inquérito (Gráficos 7, 8, 9 e 10). Os itens alimentares estão representados pelas letras do alfabeto em ordem crescente, sendo que as letras de **a** à **i** representam os alimentos energéticos (fonte principalmente de carboidratos e gorduras), as letras de **j** à **o** representam os alimentos construtores (fonte principalmente de proteínas e minerais), as letras de **p** à **s** representam os alimentos reguladores (fonte principalmente de vitaminas, minerais, água e fibras) e as letras de **t** à **v** representam bebidas classificadas como outros alimentos.

Gráfico 7: Frequência de consumo de alimentos de meninos da Rede Pública. SJBVista, 2006.

Gráfico 8: Frequência de consumo de alimentos de meninos da Rede Particular. SJBVista, 2006

Gráfico 9: Frequência de consumo de alimentos de meninas da Rede Pública. SJBVista, 2006.

Gráfico 10: Frequência de consumo de alimentos de meninas da Rede Particular. SJBVista, 2006.

A legenda a seguir serve de referência para os gráficos 7, 8, 9 e 10.

Legenda dos Gráficos 7, 8, 9 e 10:

Energéticos

- a: Arroz, Trigo, Milho-verde, Massas em geral (Macarrão, Espaguete, Lasanha, Nhoque, Miojo), Farofas (de mandioca e de milho), virado de milho-verde, tortas salgadas de milho, cuscus.
- b: Pão francês, de forma, Torrada, Pão de queijo, Pão Integral, Pão caseiro, Biscoito polvilho, Bisnaguinha, Panetone, Bolacha de água e sal, Esfira, Pão de semolina, Pizza.
- c: Cereais matinais, Barra de cereais, Pão Integral, Aveia, Sustagem.
- d: Açúcar acrescido em Café, Suco, Leite, Chá. Balas, Goma de mascar, Geléia, Suspiro, Groselha, Gelatina, Cobertura de morango, Geléia de mocotó, Doce de amendoim, Goiabada. Cocada.
- e: Margarina, Manteiga, Maionese, Requeijão.
- f: Azeite. Azeitona.
- g: Bolos em geral (simples, chocolate, cenoura, fubá), Pamonha, curau. Bolacha ou Biscoito Recheado (chocolate, morango, coco, aveia e mel), Pavê. Sorvetes. Chantilly.
- h: Salgados Fritos (coxinha, bolinha de queijo, croquete, quibe). Pastel de fubá. Bolinho de arroz. Salgadinho industrializado, Batata frita, Batata palha. Bacon, Toucinho. Pipoca salgada e doce.
- i: Achocolatados. Chocolates (bombons, barras etc). Cobertura de chocolate.

Construtores

- j: Carne Bovina (bife, carne moída, estrogonofe, bife à milanesa), Carne Suína (bisteca, lombo, costelinha, lingüiça), Aves (coxa, sobre-coxa, peito), Nugguet, Hamburger, Fígado Bovino, Sardinha, Atum, Tortas, Panquecas.
- k: Ovo de galinha, de codorna.
- l: Feijão, Lentilha, Grão de bico. Nozes
- m: Leite de vaca UHT integral, Leite em pó, Iogurte Variados, Leites Fermentados, Doces à base de Leite (Doce de leite, Leite condensado, Pudim, Flan, Mousse de Maracujá).
- n: Queijo de minas, fresco, Muzzarela, Ricota, Queijo ralado, Queijo de Pizza.
- o: Mortadela, Salsicha, Presunto, Salame, Lombo, Apresuntado.

Reguladores

- p: Suco Laranja Natural, Suco Morango Pronto, Suco Pêssego Natural e Pronto, Limonada, Suco Acerola, Suco Uva Natural e Pronto, Suco Maracujá Natural e Pronto, Suco Abacaxi Natural e Pronto, Suco Cajú Pronto, Suco Goiaba Natural e Pronto. Frutas: Pêssego, Abacaxi, Melancia, Banana, Melão, Manga, Laranja, Maça, Framboesa, Pitanga, Mamão, Uva. Salada de Frutas. Gatorade.
- q: Abobrinha, Batata, Beterraba, Cenoura, Chuchu, Couve-flor, Ervilha enlatada, Mandioca, Mandioquinha, Palmito, Purê Batata, Repolho, Vagem.
- r: Alface, Cebola, Cenoura, Pepino, Pimentão, Tomate, Repolho.
- s: Vegetais verdes escuros (Espinafre, Escarola, Couve, Chicória, Agrião, Almeirão, Salsinha, Cebolinha).

Outros

- t: Refrigerantes.
- u: Café, Chá mate, Capuccino.
- v: Suco em pó.

O gráfico a seguir ilustra a porcentagem de escolares com inadequação da ingestão dietética de zinco, segundo a EAR – IOM, 2000b (Gráfico 11).

A ingestão média de zinco, cálcio e fibra alimentar relatada pelos escolares foi comparada aos valores de ingestão recomendados para cada nutriente (Zn - IOM, 2000a; Ca – IMO, 1997; Fibra Alimentar - IMO, 2004) (Gráficos 12, 13 e 14, respectivamente). As figuras 1, 2 e 3 representam a amplitude de variação do consumo (box-plot para zinco, cálcio e fibra alimentar, respectivamente).

Figura 1: Box-blot para a ingestão de Zn entre os escolares. SJBVista, 2006

Figura 2: Box-blot para a ingestão de Ca entre os escolares. SJBVista, 2006

Figura 3: Box-blot para a ingestão de Fibra Alimentar entre os escolares. SJBVista, 2006

Os resultados da avaliação nutricional relativa ao zinco utilizando os parâmetros sangüíneos e de urina dos escolares podem ser observados nas tabelas de 17 a 22. Para os escolares da rede pública, as tabelas 17, 18 e 19 mostram os valores por momento de estudo, respectivamente nos T1, T2 e T3. Para os escolares da rede particular, as tabelas 20, 21 e 22 mostram os valores também por momento estudado, respectivamente nos T1, T2 e T3. Foram destacados os valores para zinco abaixo do esperado (70 µg/ dL de Plasma e 300 µg/ 24h de Urina - GIBSON, 1990; 40 µg Zn Eritrócito/ g Hb – GUTHRIE; PICCIANO, 1995).

Tabela 17: Medidas de concentração de Zn em material biológico, de jovens das escolas públicas – T1. SJBVista, 2006

Medidas	n	Média (±DP)	Mediana	Mínimo	Máximo
Zinco plasmático (µg/ dL)	60	84,45 (±13,15)	85,86	61,09	119,07
Zinco eritrocitário (µg/ g Hb)	60	34,34 (±6,67)	33,89	21,91	56,01

Tabela 18: Medidas de concentração de Zn em material biológico, de jovens das escolas públicas – T2. SJBVista, 2006

Medidas	n	Média (±DP)	Mediana	Mínimo	Máximo
Zinco plasmático (µg/ dL)	55	79,58 (±17,60)	76,78	50,34	126,50
Zinco eritrocitário (µg/ g Hb)	55	36,21 (±8,36)	36,96	17,14	53,42
Zinco urinário (µg/ 24h)	52	285,2 (±152,6)	272,0	69,7	771,5

Tabela 19: Medidas de concentração de Zn em material biológico, de jovens das escolas públicas – T3. SJBVista, 2006

Variável	n	Média ($\pm$ DP)	Mediana	Mínimo	Máximo
Zinco plasmático ($\mu\text{g/ dL}$)	44	87,82 ($\pm$ 14,18)	88,61	50,98	121,25
Zinco eritrocitário ($\mu\text{g/ g Hb}$)	44	42,02 ($\pm$ 7,33)	42,21	22,15	55,09
Zinco urinário ($\mu\text{g/ 24h}$)	41	396,0 ($\pm$ 277,6)	359,3	65,1	1554,7

Tabela 20: Medidas de concentração de Zn em material biológico, de jovens das escolas particulares – T1. SJBVista, 2006

Medidas	n	Média ($\pm$ DP)	Mediana	Mínimo	Máximo
Zinco plasmático ($\mu\text{g/ dL}$)	32	86,96 ($\pm$ 11,91)	86,67	53,31	104,51
Zinco eritrocitário ($\mu\text{g/ g Hb}$)	40	30,85 ($\pm$ 7,24)	30,15	17,76	44,96

Tabela 21: Medidas de concentração de Zn em material biológico, de jovens das escolas particulares – T2. SJBVista, 2006

Medidas	n	Média ($\pm$ DP)	Mediana	Mínimo	Máximo
Zinco plasmático ($\mu\text{g/ dL}$)	36	82,91 ($\pm$ 13,95)	81,05	60,01	118,12
Zinco eritrocitário ($\mu\text{g/ g Hb}$)	37	30,66 ($\pm$ 7,28)	32,52	13,00	46,90
Zinco urinário ($\mu\text{g/ 24h}$)	37	235,4 ($\pm$ 133,0)	219,2	41,8	721,8

Tabela 22: Medidas de concentração de Zn em material biológico, de jovens das escolas particulares – T3. SJBVista, 2006.

Variável	n	Média ($\pm$ DP)	Mediana	Mínimo	Máximo
Zinco plasmático ($\mu\text{g/ dL}$)	34	67,30 ($\pm$ 8,41)	66,82	51,94	86,91
Zinco eritrocitário ($\mu\text{g/ g Hb}$)	34	32,94 ($\pm$ 5,84)	33,01	21,83	44,97
Zinco urinário ($\mu\text{g/ 24h}$)	35	284,4 ($\pm$ 137,0)	248,4	121,0	694,8

As considerações estatísticas quanto às variáveis apresentadas são:

- 1) Em relação ao zinco plasmático: a média dos escolares é estatisticamente diferente apenas no T3 do estudo. Analisando por sexo e escola, a média dos escolares do sexo masculino é estatisticamente igual apenas no T1, e a média dos escolares do sexo feminino é estatisticamente diferente apenas no T3. Entretanto, entre os sexos da mesma escola, a concentração média de zinco plasmático no T3 pode ser considerada estatisticamente igual.
- 2) Em relação ao zinco eritrocitário: para cada tempo de estudo, a média dos escolares é estatisticamente diferente, ou seja, os escolares não podem ser analisados juntos. Entretanto, analisando por sexo e escola, a média dos escolares do sexo masculino é estatisticamente igual no T1 do estudo. Já entre os sexos da mesma escola, a concentração média de zinco eritrocitário nos T2 e T3 pode ser considerada estatisticamente igual.
- 3) Em relação ao zinco urinário: a média dos escolares é estatisticamente diferente nos momentos avaliados (T2 e T3). Analisando por sexo e escola, ambas as médias do sexo masculino e do sexo feminino são estatisticamente diferentes. Entretanto, entre os sexos da mesma escola, a concentração média de zinco urinário no T2 pode ser considerada estatisticamente igual.

A seguir são apresentados os coeficientes de correlação de Pearson entre a ingestão de zinco relatada nos inquéritos e os indicadores bioquímicos relativos ao zinco, segundo estado nutricional por IMC ajustado dos escolares (Tabelas 23 e 24), onde a legenda única serve de referência para ambas as tabelas 23 e 24. Deve ser observado nestas tabelas, que a distribuição dos escolares é feita segundo sua inadequação de zinco dietético e de zinco nos fluidos biológicos (vide legenda).

Tabela 23: Correlações para o sexo feminino entre a ingestão de Zn e indicadores bioquímicos* dos escolares de ambas as redes de ensino. SJBVista, 2006.

		T1		T2		T3		Obs. [§]
		Zn P*	Zn D	Zn P*	Zn D	Zn P*	Zn D	
IMC*	≤ P15	3 n=14	[2] r= + 0,449	2 n=13	[0] r= - 0,113	6 n=12	[3] r= + 0,091	
	P15 > P50 < P85	3 n=29	[1] r= + 0,020	6 n=28	[4] r= + 0,330	9 n=27	[4] r= - 0,149	02 – Particular 03 – Pública
	≥ P85	1 n=15	[0] R= - 0,398	4 n=12	[3] r= + 0,410	5 n=11	[4] r= - 0,012	01 – Particular 01 – Pública
		Zn E*	Zn D	Zn E*	Zn D	Zn E*	Zn D	
IMC*	≤ P15	13 n=15	[5] R= - 0,332	10 n=13	[4] r= + 0,012	11 n=12	[4] r= + 0,163	08 – Particular 03 – Pública
	P15 > P50 < P85	26 n=33	[5] r= + 0,144	18 n=30	[7] r= + 0,198	14 n=27	[5] r= - 0,173	11 – Particular 05 – Pública
	≥ P85	13 n=15	[4] R= - 0,174	11 n=12	[9] r= - 0,293	8 n=11	[4] r= + 1,000	06 – Particular 04 – Pública
		Zn U*	Zn D	Zn U*	Zn D	Zn U*	Zn D	
IMC*	≤ P15	-	-	8 n=12	[2] r= - 0,310	6 n=11	[2] r= - 0,452	05 – Particular
	P15 > P50 < P85	-	-	19 n=29	[6] r= - 0,099	13 n=26	[7] r= + 0,085	05 – Particular 06 – Pública
	≥ P85	-	-	7 n=12	[5] r= + 0,049	6 n=11	[4] r= - 0,129	04 – Particular 01 – Pública

* Distribuição dos escolares deficientes em relação ao indicador bioquímico

n = total de indivíduos

[] = número de escolares com Zn P < 70 µg/ dL concomitantemente com Zn D < 7,0 mg/ dia

r = Coeficiente de Correlação de Pearson

§ = número e rede de ensino dos escolares deficientes ao longo do estudo

Zn D – Zinco dietético relatado

Zn P – Zinco plasmático

Zn E – Zinco eritrocitário

Zn U – Zinco urinário

Tabela 24: Correlações para o sexo masculino entre a ingestão de Zn e indicadores bioquímicos* dos escolares de ambas as redes de ensino. SJBVista, 2006.

		T1		T2		T3		Obs. [§]
		Zn P*	Zn D	Zn P*	Zn D	Zn P*	Zn D	
IMC*	≤ P15	0 n=4	- -	1 n=4	[1] -	0 n=2	- -	01 – Pública
	P15 > P50 < P85	3 n=17	[0] r= + 0,118	4 n=18	[1] r= - 0,207	2 n=14	[0] r= - 0,322	
	≥ P85	1 n=12	[0] r= + 0,089	2 n=13	[1] r= - 0,382	1 n=10	[0] r= + 0,077	
		Zn E*	Zn D	Zn E*	Zn D	Zn E*	Zn D	
IMC*	≤ P15	4 n=4	[1] -	3 n=4	[2] -	0 n=2	- -	01 – Particular 02 – Pública
	P15 > P50 < P85	16 n=19	[6] r= - 0,459	11 n=18	[4] r= - 0,136	4 n=11	[1] r= - 0,228	04 – Particular 03 – Pública
	≥ P85	10 n=13	[4] r= + 0,021	9 n=13	[5] r= + 0,190	7 n=9	[1] r= - 0,084	04 – Particular 04 – Pública
		Zn U*	Zn D	Zn U*	Zn D	Zn U*	Zn D	
IMC*	≤ P15	-	-	2 n=3	[1] -	3 n=3	[2] -	02 – Particular
	P15 > P50 < P85	-	-	10 n=18	[5] r= + 0,270	3 n=13	[1] r= - 0,114	02 – Particular
	≥ P85	-	-	5 n=11	[3] r= + 0,692	6 n=10	[2] r= - 0,043	02 – Particular

* Distribuição dos escolares deficientes em relação ao indicador bioquímico

n = total de indivíduos

[] = número de escolares com Zn P < 70 µg/ dL concomitantemente com Zn D < 7,0 mg/ dia

r = Coeficiente de Correlação de Pearson

§ = número e rede de ensino dos escolares deficientes ao longo do estudo

Zn D – Zinco dietético relatado

Zn P – Zinco plasmático

Zn E – Zinco eritrocitário

Zn U – Zinco urinário

Legenda Tabelas 23 e 24:

T1, T2, T3 – Tempos do estudo com intervalos de ~4 meses

Zn D – Zinco dietético relatado

Valores esperados: EAR=7,0 mg/ d para ambos sexos (IOM, 2000b)

Zn P – Zinco plasmático

Valores esperados: $\geq 70 \mu\text{g/ dL}$ para ambos sexos ou $\geq 10,7 \mu\text{mol/L}$ (GIBSON, 1990)

Zn E – Zinco eritrocitário

Valores esperados: 40 a 44 $\mu\text{g Zn/ g Hb}$ (GUTHRIE; PICCIANO, 1995)

Zn U – Zinco urinário

Valores esperados: 300 a 600 $\mu\text{g/ 24h}$ para ambos sexos (GIBSON, 1990)

IMC* - Índice de Massa Corporal ajustado para os falso-positivos e falso-negativos

(SACKETT; HAYNES; TUGWELL, 1981)

McDOWELL et al, 2005:

$\leq P15$ – Baixo peso e desnutridos

$P15 > P50 < P85$ – Eutróficos

$\geq P85$ – Sobrepeso e obesos

Para as meninas magras e desnutridas, houve correlação positiva entre a ingestão de zinco e o zinco plasmático (T1 do estudo), onde a ingestão adequada e concentração plasmática dentro do valor esperado prevaleceram; correlação inversa entre ingestão de zinco e zinco eritrocitário (T1 do estudo), onde 33% apresentaram ingestão deficiente e 87% estavam abaixo de 40 $\mu\text{g Zn/ g Hb}$; e correlação inversa entre ingestão de zinco e zinco urinário, onde prevaleceu a ingestão adequada e 67% e 55% estavam abaixo de 300 $\mu\text{g Zn/ 24h}$ (respectivamente T2 e T3 do estudo).

Estas correlações indicam que mesmo prevalecendo a ingestão e o zinco plasmático adequados, houve redução no zinco eritrocitário e urinário, indicando redução do mineral em *pools* extra-plasmáticos, refletindo baixa biodisponibilidade do zinco para este subgrupo da amostra.

Para as meninas eutróficas, houve correlação positiva apenas entre a ingestão de zinco e o zinco plasmático (T2 do estudo), prevalecendo a ingestão adequada e concentração plasmática dentro do valor esperado. Embora não tenham sido evidenciadas as correlações entre ingestão de zinco e zinco eritrocitário e entre ingestão de zinco e zinco urinário, frente à alta prevalência de valores abaixo dos esperados para zinco eritrocitário e zinco urinário neste subgrupo da amostra, novamente fica evidenciada a redução do mineral em *pools* extra-plasmáticos e possíveis fatores interferindo na biodisponibilidade do zinco.

Para as meninas com sobrepeso e obesidade ocorreram correlações positivas entre a ingestão de zinco e o zinco plasmático (T2 do estudo), onde a ingestão adequada e concentração plasmática adequada prevaleceram; e uma tendência de correlação inversa entre ingestão de zinco e zinco urinário, onde a ingestão adequada prevaleceu e 55% estavam abaixo de 300 µg Zn/ 24h (T3 do estudo).

Nenhuma correlação importante entre ingestão de zinco e zinco eritrocitário para as meninas $P \geq 85$, onde a ingestão de zinco adequada prevaleceu, exceto no T2 (75% abaixo do valor de ingestão recomendado) e a concentração abaixo de 40 µg Zn/ g Hb prevaleceu em todos os momentos (87% no T1, 92% no T2 e 73% no T3). Houve uma tendência de correlação inversa no T2, provavelmente porque a deficiência de zinco dietética foi proporcionalmente menor do que a deficiência de zinco eritrocitário (6,6 mg Zn/dia; 32,8 µg Zn/ g Hb). Mais uma vez aparece a redução de zinco em *pools* extra-plasmáticos mesmo diante de ingestão e concentração plasmática adequados, indicando biodisponibilidade afetada do mineral também para este subgrupo da amostra.

Para os meninos, devido ao número reduzido de indivíduos classificados como magros ou desnutridos, a correlação não foi possível de se estabelecer. Para os eutróficos, não houve correlação importante entre a ingestão de zinco e o zinco plasmático (nos três tempos do estudo), embora a ingestão e concentração plasmática adequadas de zinco tenham prevalecido. Ao contrário, houve uma tendência de correlação inversa nos T2 e T3, devido ao fato de que os escolares que relataram zinco dietético abaixo do valor recomendado, apresentaram zinco plasmático acima do valor esperado, podendo indicar ajuste homeostático frente à baixa oferta do mineral.

Houve correlação inversa para os meninos $P_{15} > P_{50} < P_{85}$ entre ingestão e zinco eritrocitário, onde a ingestão adequada de zinco prevaleceu e 84% (T1) apresentaram concentração abaixo de 40 µg Zn/ g Hb, mais uma vez indicando redução do mineral em *pool* extra-plasmático e possível interferência na biodisponibilidade do zinco. Nenhuma correlação importante entre ingestão e zinco urinário.

Para os meninos com sobrepeso e obesidade as correlações ocorrem diferentemente das meninas: correlação inversa entre a ingestão de zinco e o zinco plasmático (T2), na qual prevaleceram a ingestão e concentração plasmática adequadas e justamente os que relataram ingestão reduzida apresentaram valores adequados para plasmáticos de zinco. Houve falta de correlação entre ingestão e zinco eritrocitário, onde cerca de 90% estavam com a ingestão adequada, mas 77% (T1), 69% (T2) e 78% (T3) apresentaram concentração abaixo de 40 $\mu\text{g Zn/g Hb}$; e alta correlação positiva entre ingestão e zinco urinário (T2), onde a ingestão e excreção urinária adequadas prevaleceram.

As concentrações médias de zinco plasmático, de zinco eritrocitário e de zinco urinário dos escolares ao longo do estudo (T1, T2 e T3) estão graficamente representadas segundo sexo e IMC ajustado (Gráficos 15, 16 e 17). Nota-se que a concentração de zinco plasmático manteve-se dentro dos valores esperados ($\geq 70 \mu\text{g/dL}$ para ambos sexos - GIBSON, 1990) em todos os momentos do estudo, embora declinando para as meninas, mas ainda dentro da normalidade.

Entretanto, as concentrações médias de zinco eritrocitário ficaram abaixo dos valores esperados ($\geq 40 \mu\text{g Zn/g Hb}$ – GUTHRIE; PICCIANO, 1995) em todos os momentos, com exceção do final do estudo para os escolares $\text{IMC} \leq \text{P15}$ e $\text{IMC} = \text{P15} > \text{P50} < \text{P85}$ do sexo masculino, onde também se verifica baixa deficiência na ingestão e no plasma. Assim era de se esperar excreção urinária dentro dos valores normais, o que não ocorreu.

Para as concentrações médias de zinco urinário, um comportamento atípico pode ser observado, especialmente para os escolares de baixo peso e desnutridos no T3 do estudo, subgrupo este com número reduzido da amostra (4), o que pode justificar o valor médio elevado.

Gráfico 15: Concentração média de zinco plasmático ao longo do estudo para os escolares de ambos os sexos, segundo IMC ajustado. SJBVista, 2006.

Gráfico 16: Concentração média de zinco eritrocitário ao longo do estudo para os escolares de ambos os sexos, segundo IMC ajustado. SJBVista, 2006.

Gráfico 17: Concentração média de zinco urinário nos T2 e T3 do estudo para os escolares de ambos os sexos, segundo IMC ajustado. SJBVista, 2006.

As tabelas 25 e 26 contêm valores para zinco na dieta e para concentrações de zinco no plasma, eritrócito e urina, respectivamente para meninas e meninos classificados como eutróficos ($P_{25} > P_{50} < P_{85}$), segundo IMC ajustado por estágio pubertal. Elas foram construídas excluindo-se escolares que apresentassem zinco plasmático 20% menor em relação ao valor esperado, ou seja, $< 56 \mu\text{g/dL}$, ou quando dois ou mais parâmetros bioquímicos encontravam-se abaixo dos pontos de corte para deficiência ($70 \mu\text{g/dL}$ plasma; $300 \mu\text{g/24h}$ - GIBSON, 1990; $40 \mu\text{g Zn/g Hb}$ - GUTHRIE; PICCIANO, 1995), ou ainda aqueles portadores de hipercolesterolemia ou hipertrigliceridemia, critérios estabelecidos pela pesquisadora para pressupor adequação do estado nutricional em relação ao zinco, mesmo quando somente a concentração de zinco no eritrócito se encontrava abaixo de $40 \mu\text{g Zn/g Hb}$.

Tabela 25: Concentração de zinco no plasma, eritrócito e urina de escolares do sexo feminino eutróficos, segundo idade e tempo de estudo. SJBVista, 2006.

	Idade (a)	Zn D (mg)	Zn P ($\mu\text{g/dL}$)	Zn E ($\mu\text{g/gHb}$)	Zn U ($\mu\text{g/24h}$)
T1	10,7 ($\pm 0,9$)	10,3 ($\pm 4,5$)	87,3 ($\pm 13,8$)	35,0 ($\pm 7,2$)	-
n=21	9,1 ---- 13,1	4,6 ---- 21,2	63,8 ---- 119,1	26,6 ---- 56,0	-
T2	11,5 ($\pm 1,0$)	8,3 ($\pm 3,0$)	84,8 ($\pm 14,7$)	37,4 ($\pm 9,4$)	299,4 ($\pm 135,3$)
n=19	9,7 ---- 13,7	2,8 ---- 14,8	58,3 ---- 112,4	13,0 ---- 52,1	77,5 ---- 519,0
T3	11,6 ($\pm 1,0$)	7,6 ($\pm 2,9$)	83,0 ($\pm 14,4$)	40,9 ($\pm 8,0$)	393,2 ($\pm 201,7$)
n=17	10,0 ---- 14,0	3,6 ---- 15,5	59,8 ---- 110,4	23,0 ---- 51,2	114,6 ---- 695,6

T1, T2, T3 – Tempos do estudo com intervalos de ~4 meses
n = número de escolares

Zn D – Zinco dietético relatado
Zn P – Zinco plasmático
Zn E – Zinco eritrocitário
Zn U – Zinco urinário

Tabela 26: Concentração de zinco no plasma, eritrócito e urina de escolares do sexo masculino classificados como eutróficos (IMC=P25>P50<P85). SJBVista, 2006.

	Idade (a)	Zn D (mg)	Zn P (µg/dL)	Zn E (µg/gHb)	Zn U (µg/24h)
T1	10,3 (±0,9)	9,5 (±3,8)	84,6 (±12,2)	33,4 (±5,7)	-
n=14	9,1 ---- 12,0	4,7 ---- 15,7	61,1 ---- 102,5	22,6 ---- 43,0	-
T2	10,8 (±1,0)	8,2 (±2,6)	89,5 (±18,0)	36,9 (±6,4)	263,6 (±96,2)
n=11	9,1 ---- 12,6	5,9 ---- 14,8	72,8 ---- 126,5	23,8 ---- 45,5	146,5 ---- 428,3
T3	11,3 (±1,1)	9,2 (±5,4)	89,7 (±16,1)	43,1 (±6,5)	406,6 (±211,7)
n=10	10,1 ---- 13,4	2,2 ---- 19,4	58,5 ---- 112,1	29,0 ---- 53,0	151,8 ---- 852,2

T1, T2, T3 – Tempos do estudo com intervalos de ~4 meses

n = número de escolares

Zn D – Zinco dietético relatado

Zn P – Zinco plasmático

Zn E – Zinco eritrocitário

Zn U – Zinco urinário

5. DISCUSSÃO

Embora as médias obtidas para alguns indicadores antropométricos de estado nutricional dos escolares tenham sido consideradas estatisticamente iguais, diferenças de crescimento e desenvolvimento variam em função do sexo (TANNER; WHITEHOUSE, 1976; McDOWELL et al, 2005). Padrões específicos em relação ao tempo de crescimento, estirão da puberdade, tamanho total e maturidade esquelética são bem conhecidos para cada sexo e por isto eles foram avaliados separadamente.

Diferenças no estado nutricional caracterizando os sexos podem ser observadas no início do estudo (T1), onde se tem uma maior prevalência de sobrepeso e obesidade entre meninos (19,4%) do que entre meninas (4,8%), e uma maior prevalência de baixo peso e desnutrição entre meninas (28,6%) do que entre meninos (8,3%), utilizando como indicador o peso para idade (P/I).

As meninas entram, em média, 2 anos mais cedo na puberdade do que os meninos e apresentam um pico de crescimento menor durante o estirão da puberdade (ROGOL; CLARK; ROEMMICH, 1999). Assim, é esperado que nos estágios pubertais, especialmente o que precede a maturação sexual (Tanner 1 para as meninas e Tanner 1 e 2 para os meninos), as meninas tenham valores superiores aos meninos em relação às variáveis que medem a adiposidade, principalmente dobras cutâneas (TANNER; WHITEHOUSE, 1975; van VENROOIJ-IJSSELMUIDEN, 1978; MORRISON et al, 2001), porcentagem total de gordura corporal (%GT) e IMC (SHARMA; TALWAR; SHARMA, 1988; DANIELS; RHOURY; MORRISON, 1997).

Além disso, existe uma alta correlação entre estágio pubertal e IMC para o sexo feminino, onde o aumento de gordura corporal está associado com a maturação sexual e por isto poderia representar um fator de risco de sobrepeso e obesidade ao final da puberdade (GOULDING et al, 1996; LÓPEZ-BLANCO, 1999).

Neste estudo encontrou-se o inverso para as variáveis de medição de adiposidade, ou seja, os valores médios dos indicadores de peso para idade e IMC foram maiores nos meninos do que nas meninas, e semelhantes entre os sexos para os valores médios de %GT.

Porém ao ajustar os valores de IMC segundo classificação do estágio pubertal, a tendência de aumento de gordura com o desenvolvimento da maturação sexual apareceu para as meninas (Tabela 8). Por outro lado, refletiu erros de classificação do estado nutricional, especialmente os escolares com excesso de peso, os quais haviam sido considerados 'normais', o que pôde ser confirmado pela quantidade total de gordura corporal. Estes resultados confirmam a vulnerabilidade do indicador IMC para crianças e adolescentes apontados anteriormente por de Onis e Habicht (1996), Lazarus et al (1996), Caballero et al (2003) e Charbonneau-Roberts et al (2005).

Lazarus e col (1996) obtiveram uma sensibilidade (índice de verdadeiro-positivo) para meninos e meninas de 0,67 e 0,75, respectivamente, e especificidade (índice de falso-positivo) para ambos os sexos de 0,05, ao classificarem o estado nutricional em relação ao IMC de indivíduos australianos, em uma amostra de voluntários entre 4 e 20 anos de idade.

A especificidade do IMC neste estudo foi inferior à encontrada no estudo com os australianos. Isto porque pode ter havido influência do fato que lá, a %GT foi estimada por DEXA e usada como referência; e aqui, a %GT foi estimada através de dobras cutâneas tricipital e subescapular, que embora sejam medidas mais diretas e promovam uma melhor classificação, possuem menor precisão (LOHMAN, 1981). Outra provável influência foi o próprio ajuste para estágio pubertal, no qual apareceram os escolares considerados eutróficos segundo sua idade, mas considerados com excesso ou baixo peso segundo seu estágio de maturação sexual.

Estes resultados reforçam a importância de se utilizar a associação de vários indicadores antropométricos na classificação do estado nutricional de crianças e adolescentes, especialmente dobras cutâneas tricipital e subescapular, como recomendado desde 1995 pelo Comitê *de Experts* da OMS. Embora o IMC apresente boa correlação com a %GT, o que também foi observado neste estudo (Gráficos 3 a 6), ainda assim se faz necessária a utilização de ambos os parâmetros na determinação do estado nutricional. Da mesma forma que utilizar a classificação do estágio de maturação sexual se faz crucial na determinação do padrão de crescimento e desenvolvimento da população em questão.

O IMC é válido para os fins a que se propõe, ou seja, de triagem e monitoramento do estado nutricional (WHO, 1995; ANJOS; VEIGA; CASTRO, 1998; NOBMANN, 2005) e por isso seu uso possui alguns fatores limitantes, especialmente para crianças e adolescentes. Um destes fatores é a ausência de associação com o estágio pubertal, como evidenciado neste estudo. O outro é a discussão sobre os pontos de corte a serem adotados para a definição de risco nutricional, especialmente em relação ao baixo peso, situação também evidenciada neste estudo (índice de verdadeiro-positivo de 0,5 para diagnosticar baixo peso).

O IMC ajustado (Tabela 9; Gráficos 1 e 2) proveu valores médios da população estudada semelhantes aos encontrados em estudos australianos (LAZARUS et al, 1996), e superiores aos encontrados em estudos brasileiros (ANJOS; VEIGA; CASTRO, 1998) e franceses (ROLLAND-CACHERA et al, 1991), nos quais o estágio de maturação sexual não foi considerado. Em um estudo na Venezuela, avaliando população com a mesma faixa etária e levando em conta o estágio pubertal, os valores médios do sexo feminino se assemelharam aos deste estudo em todos os estágios, mas para o sexo masculino, os valores foram superiores aos encontrados neste estudo (LÓPEZ-BLANCO et al, 1999).

Considerando o IMC ajustado, dados deste estudo foram comparados com os apresentados por Anjos, Veiga e Castro (1998), que descreveram a distribuição dos valores de IMC da população brasileira com até 25 anos de idade, baseada nos resultados da Pesquisa Nacional sobre Saúde e Nutrição realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e pelo Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição de 1989. Para todos os escolares de ambos os sexos e em todos os momentos do presente estudo, os valores foram superiores aos apontados pelos autores, sendo ainda maiores para o sexo masculino, confirmando a tendência do aumento da massa corporal encontrada em várias populações (UAUY; ALBALA; KAIN, 2001; WRIGHT J, 2005; MORE et al, 2006), inclusive na brasileira (CLAO, 1998, OLIVEIRA; FISBERG, 2003).

Embora as doenças associadas ao excesso de peso ocorram mais freqüentemente em adultos, elas apresentam conseqüências relevantes já na infância, promovendo especialmente alterações no perfil lipídico e na tolerância à glicose

(DIETZ, 1998; IBANEZ et al, 2003; NOBMANN, 2005). Segundo Vobecky e col (1993), a aterosclerose e o risco de DCV na fase adulta freqüentemente se originam na infância, onde o fator de risco mais documentado é a hipercolesterolemia, cuja chance da criança permanecer em risco dobra em relação aos controles (32,7% contra 14,9%). Identificar o risco pode contribuir para sua prevenção.

No presente estudo, foi encontrada alta prevalência de hipercolesterolemia e hipertrigliceridemia entre os escolares, especialmente entre aqueles da rede particular de ensino, com 42,5%, embora a ingestão média e máxima tenham sido maiores entre os escolares da rede pública (Tabela 10), mas ambos acima do estabelecido pela FAO/WHO (1994). Entretanto, quando a ingestão de colesterol foi analisada somente para os escolares com exames bioquímicos alterados, as meninas das escolas particulares apresentaram um valor médio mais alto (Tabela 10).

Embora o colesterol desempenhe papel importante na biossíntese de ácidos biliares e hormônios esteróides, particularmente neste estágio da vida, e atue como componente integral das membranas celulares, apenas 10 a 20% das necessidades deve ser provido por meio da dieta, sendo o restante é sintetizado pelo fígado (BERG et al, 2002). O excesso de colesterol é convertido em lipoproteínas de baixa densidade que, em concentração plasmática elevada, se deposita nas paredes das artérias e aumenta o risco de DCV (NCEP, 1992; MORE et al, 2006). O excesso de triacilglicerol é entregue ao tecido adiposo e outros tecidos periféricos, contribuindo para o aumento da massa corporal, o aumento de peso e risco aumentado de esteatose hepática (QUIROS-TEJEIRA e col, 2007).

Os resultados encontrados neste estudo indicam o excesso de ingestão de colesterol, obtidos dos inquéritos alimentares, embora nenhuma correlação linear tenha sido encontrada entre as variáveis de consumo e os parâmetros bioquímicos dos escolares com hipercolesterolemia e hipertrigliceridemia, mesmo, com um percentual médio de adequação calórica para lipídeos de 35,4% (valores mínimo 28% e máximo 48%).

Entre estes escolares com exames bioquímicos alterados, a falta de correlação com o consumo energético pode ser explicada, em parte, por uma suposta

subestimação de alimentos consumidos em relação à quantidade total e/ou ao tamanho das porções; e em parte, pelo fato de que quase a metade dos escolares com perfil lipídico alterado foi classificada como baixo peso ou desnutridos (19%) e eutróficos (28%) segundo seu IMC ajustado, ou seja, não pressupõe consumo excessivo de energia.

Os três inquéritos alimentares, sendo um representativo da ingestão de final de semana, avaliados a cada momento do presente estudo refletiram claramente as escolhas alimentares e a qualidade da dieta, mostrando um elevado consumo, por exemplo, de alimentos com alto teor de gordura (McCANCE e WIDDOWSON'S, 1991): salgados fritos, bolinho de arroz, ovo frito, empanados, frios, bolos em geral, biscoitos recheados e chocolates. Também houve um alto consumo de refrigerantes, açúcar de adição e doces em geral (Gráficos 7, 8, 9 e 10).

Por outro lado, os exames bioquímicos apresentam correlação linear com o IMC, talvez pelo fato de que a outra metade dos escolares com perfil lipídico alterado foi considerada de sobrepeso e/ou obesos (53%) e, portanto pressupondo um maior consumo energético. Caprio e col (1996) ao avaliarem a distribuição de gordura corporal e fatores de risco para DCV em meninas adolescentes obesas observaram que o tecido adiposo intra-abdominal, o tecido adiposo subcutâneo e o IMC foram altamente correlacionados com a concentração plasmática em jejum de triacilglicerol. Monge-Rojas e col (2005) encontraram correlação entre IMC e perfil lipídico em adolescentes de ambos os sexos com idade entre 10 e 16 anos.

O sub-relato nos inquéritos alimentares que provavelmente ocorreu neste estudo não pode ser atribuído apenas pelas limitações encontradas nas técnicas de coleta de dados, inerentes ao Recordatório 24h e ao Registro Alimentar (GIBSON, 1993; FERGUSON et al, 1995; CHAMBERS et al, 2000). Thane, Bates e Prentice (2004) utilizaram Recordatório de 24h com Pesagem dos alimentos por 7 dias (método validado anteriormente por GREGORY et al, 2000) em 1699 ingleses entre 4 e 18 anos de idade e encontraram uma subestimação dos alimentos relatados em um substrato de 36% da população avaliada, que pôde ser excluído pelos autores, dado ao tamanho da amostra, sem diferenças estatisticamente significantes nos resultados. Vale ressaltar

que diariamente nutricionistas checavam as informações na própria casa dos entrevistados para assegurar maior credibilidade.

Contudo, este estudo ratifica a existência do binômio paradoxal encontrado em países em desenvolvimento, onde excesso e deficiência caminham juntos (Tabela 9; Gráficos 5 e 6). Enquanto o sobrepeso e a obesidade na infância e adolescência estão relacionados com fatores de risco para DCV, diabetes *mellitus*, câncer colo-retal, entre outros (MONTEIRO, P.O.A. et al, 2000; MONGE-ROJAS et al, 2005; QUIROS-TEJEIRA et al, 2007), o baixo peso e a desnutrição nestes estágios da vida implicam em retardo de crescimento, doenças infecciosas e redução da capacidade cognitiva (SHERRY et al, 2000; FERREIRA, 2000, PRASAD, 2003).

Aproximadamente um terço da população estudada foi classificada acima do P85 sendo que destes, um quarto apresentou excesso grave de peso ou massa corporal, onde a maioria era do sexo masculino e pertencia a rede pública de ensino. Por outro lado, aproximadamente um quinto da população estudada foi classificada abaixo do P15 para o estado nutricional, onde a maioria apresentou deficiência grave de peso ou massa corporal e metade apresentou comprometimento grave da estatura, abaixo do P5, sendo principalmente meninas e da rede particular de ensino (Tabelas 7 e 9; Gráficos 5 e 6).

A amostra estudada consiste de voluntários, sem método de amostragem com seleção aleatória e por isso não representa verdadeiramente a população geral. Contudo, os indicadores antropométricos para escolares da rede particular apresentaram prevalência de déficit de estatura e gravidade equivalentes aos escolares de classes sociais menos privilegiadas relatadas em estudos realizados na década de 70 e 80 com o objetivo de justificar a permanência, melhoria e ampliação do Programa Nacional de Alimentação Escolar (Lei Federal no. 5829/72) (ANJOS et al, 1989; BARROS et al, 1990; FAO, 1993; DALL'ACQUA, 1994).

Naquela época o complemento da merenda escolar na alimentação aliado à ampliação do acesso da população aos serviços públicos de saúde contribuiu para a melhora dos indicadores gerais de saúde e nutrição, especialmente acréscimo de estatura, nos extratos de renda menos favorecidos da população (MONTEIRO, C.A. et

al, 2000). Remetendo a situação para o presente estudo, ao que indica, os escolares da rede pública, de certa forma encontraram-se protegidos da desnutrição crônica ao se utilizarem da merenda escolar, que não somente incorpora produtos regionais e alimentos *in natura* depois da descentralização do programa, como também permite a fixação de hábitos alimentares e a melhora da palatabilidade das refeições (SILVA, 1996).

Por outro lado, os escolares da rede particular encontram-se mais expostos à alimentos de alta densidade calórica e baixa densidade nutricional, tanto pelo maior poder aquisitivo, como pela maior disponibilidade através das cantinas escolares, que tem a liberdade de oferecer uma grande variedade de itens alimentares, como lanches *fast-foods*, frituras, alimentos industrializados como salgadinho, refrigerantes, balas, confeitos e chocolates.

Norteando esta situação, o sexo feminino tem uma maior preocupação com o corpo, onde meninas com maior acesso a mídia sofrem maior influência de *status* de beleza preconizados, onde o padrão antropométrico fica aquém de um estado nutricional saudável. Este fenômeno foi observado no presente estudo onde os indicadores antropométricos encontrados em parte das meninas pertencentes à rede particular de ensino revelaram um estado nutricional deficiente, com a presença de baixo peso e desnutrição.

A avaliação da ingestão alimentar por meio de indicadores dietéticos de alimentação saudável proporciona maior compreensão da relação entre alimentação e risco reduzido de doenças, melhor monitoração de mudanças nos padrões de consumo, além de ferramenta fundamental para a educação nutricional e a promoção da saúde (KENNEDY et al, 1995; COX et al, 1997; CERVATO; VIEIRA, 2003).

Embora neste estudo não tenha sido aplicado qualquer indicador dietético de alimentação saudável, de uma forma geral, independente do estado nutricional e da rede de ensino freqüentada, o consumo de alimentos pobres em densidade nutricional foi alto. Observa-se uma alta freqüência no uso de refrigerantes, café, sucos artificiais em pó, açúcar adicionado em leite juntamente com o achocolatado em pó, sorvetes, cremes, coberturas e caldas concentradas (Gráficos 7, 8, 9 e 10).

A frequência no uso de salgadinhos industrializados, requeijão, maionese, bolachas recheadas, chocolates, queijos e frios como salame, presunto e lombo foi maior entre meninas e meninos das escolas particulares, como era de se esperar, por se tratarem de alimentos mais caros e, portanto, mais incorporados em famílias de maior renda.

O consumo de lanches rápidos, sucos artificiais e refrigerantes é observado entre escolares de outros países do mundo. Olivares et al (2004), ao estudar o consumo alimentar de crianças chilenas entre 9 e 13 anos de idade, observaram uma ingestão alta de alimentos ricos em gorduras e açúcares, alta frequência de lanches rápidos e consumo reduzido de vegetais e frutas. Batata-frita, doces, salgados, refrigerantes e lanches rápidos constituem os produtos mais frequentemente lembrados e relatados por crianças em idade escolar (OLIVARES et al, 1999), e seu consumo tem se tornado regular em substituição às refeições convencionais (SAHOTA et al, 2001; NIELSEN; SIEGA-RIZ; POPKIN, 2002).

Aparentemente, houve uma ingestão baixa à moderada para vegetais entre os escolares, sendo que os meninos das escolas particulares e as meninas das escolas públicas ingeriram maior quantidade de verdes escuros em relação aos demais escolares. Embora não especificado nos gráficos, houve uma ingestão equilibrada entre sucos e frutas, com exceção dos meninos das escolas particulares, com um menor consumo de frutas (Gráficos 7, 8, 9 e 10).

A adequação nutricional do zinco dietético pode ser verificada no gráfico 11. No T1, 32% e 37% dos escolares, respectivamente do sexo feminino e masculino, consumiram zinco abaixo das recomendações. Nos T2 e T3, esta porcentagem aumentou para as meninas, ficando respectivamente 45% e 47% inadequadas em relação ao zinco dietético; já para os meninos, a porcentagem de inadequação se manteve no T2 (38%) e caiu no T3 (27%).

A dieta desempenha papel importante na determinação da biodisponibilidade do zinco. Alguns componentes influenciam sua absorção e utilização de forma positiva, como é o caso da proteína de origem animal (SANDSTRÖM et al, 1980). Carnes em geral, especialmente a carne vermelha, são fontes ricas em zinco biodisponível, além

de serem facilitadores de sua absorção por liberarem L-amino-ácidos e peptídeos contendo cisteína durante a digestão, formando ligantes solúveis com o zinco (SANDSTRÖM; CEDERBLAD, 1980; NEUMANN et al, 2003).

No presente estudo, a ingestão total de proteína esteve dentro da variação normal (IOM, 2000a), embora um pouco mais reduzida para os escolares da rede pública, sendo a exceção uma pequena parcela de escolares considerada baixo peso e/ou desnutrida, em ambas as escolas, ou aqueles cujos relatos indicavam subestimação energética, como citado anteriormente. Infelizmente a origem da fonte protéica e de zinco não foi quantificada, mas pela frequência no uso dos alimentos, o consumo protéico pode ser verificado (Gráficos 7, 8, 9 e 10). Quando o grupo das carnes é acrescido de seus derivados como os frios e os embutidos, o uso entre as fontes protéicas animais e vegetais se equiparara, com exceção dos meninos das escolas particulares, onde predomina o consumo protéico provindo das leguminosas.

Contudo, outros componentes da dieta influenciam o estado nutricional de zinco de forma negativa, atuando de maneira inversa, formando complexos e reduzindo sua biodisponibilidade, como é o caso de fosfatos, fitatos, fração de fibra alimentar, oxalatos, cálcio, ferro ferroso, cobre, cromo, cádmio e chumbo (HALBERG et al, 1991; GIBSON; FERGUSON, 1998; IOM, 2000b).

Verificou-se um alto consumo de refrigerantes entre os escolares, principalmente do tipo cola, ricos em fosfatos. O alto consumo de bebidas carbonatadas tipo cola está associado a um aumento de *turnover* ósseo, baixa quantidade de cálcio biodisponível (KRISTENSEN et al, 2005) e redução da excreção urinária de magnésio decorrente da baixa quantidade de magnésio biodisponível (WEISS; SLUSS; LINKE, 1992), pressupondo efeitos similares para o zinco, embora falte dados científicos na literatura que ratifique esta hipótese. O fitato ainda é o componente alimentar mais relacionado com baixa quantidade de zinco biodisponível (HUNT, 2003).

Ácido fítico ou fitato, (sal do ácido fítico - hexafosfato de inositol) é um componente presente em certos alimentos de origem vegetal, que se liga fortemente aos minerais, formando complexos insolúveis no lúmen intestinal, impedindo sua

digestão ou absorção, tornando-se um potente inibidor de minerais em animais e humanos (SANDSTRÖM et al, 1980; van DOKKUM, 1992; KRITTAPHOL et al, 2006).

Infelizmente, o valor do ácido fítico dos alimentos não é comumente listado na maioria das tabelas de composição química dos alimentos e neste estudo, ele não foi quantificado, tendo sido apenas avaliada a fração fibra alimentar (Gráfico 14; Figura 3). Apesar disso, o efeito inibitório decorrente do ácido fítico sobre o zinco pode ter ocorrido, frente ao alto consumo de leguminosas, representadas principalmente pelo feijão, e de cereais, principalmente representados pelo arroz, embora uma alta ingestão de milho foi verificada (Gráficos 7, 8, 9 e 10).

Farinhas de milho e de trigo são comumente utilizadas por populações de baixo nível sócio-econômico, em preparo de tortas e lanches, constituindo a base da alimentação onde existe pouca variedade de alimentos, especialmente em áreas rurais, e por isto constituem foco de fortificação, tanto para restaurar as perdas durante processamentos dos cereais, como para combater altas prevalências de deficiências nutricionais. Entretanto, o milho pode ter efeito adverso na biodisponibilidade de zinco.

Um estudo realizado por Rosado et al (1992) comparou a ingestão Fe, Zn e Ca entre dietas da zona urbana e zona rural do México, medindo a digestibilidade. Os autores encontraram teores semelhantes de Zn nas dietas (~10 mg/ dia), porém mais altos em Fe (17 x 11 mg/ dia) e Ca (745 x 410 mg/ dia) na dieta rural, considerada monótona e constituída de milho, *totillas* de milho, bebidas à base de milho, massa de trigo, feijão preto, frutas e poucos vegetais, onde a única fonte animal foi o queijo. Entretanto o balanço foi positivo apenas para o Fe, devido ao efeito solubilizante do ácido ascórbico, sendo negativo para ambos, Zn e Ca, justificado pela interação com o ácido fítico, promovendo razão molar fitato:zinco de 9,7 e formando complexos com o Ca, cujo balanço negativo foi similar ao encontrado em dietas tradicionais do Iran, à base de pão de trigo integral não fermentado.

O milho, especialmente *in natura* (milho-verde) faz parte do hábito alimentar da comunidade avaliada neste estudo, onde comidas e pratos típicos a base de milho (farofas, cuscus, virado de milho-verde, tortas salgadas e doces, pastel de fubá, bolos,

pamonha, curau) são consumidos com alta frequência, inclusive em eventos e festividades locais (Gráficos 7, 8, 9 e 10).

A razão molar entre fitato, cálcio e zinco ou entre cálcio e zinco, como mencionado, interfere na biodisponibilidade do zinco (GIBSON; FERGUSON, 1998; ROSADO et al, 1992). Valores destas razões molares têm sido estimados para relatar risco de ingestão inadequada de zinco (FERGUSON et al., 1989; McKENNA et al, 1997). Em experimentos com animais, uma razão molar diária de fitato:zinco menor ou igual a 10 pode prover zinco dietético adequado, e razão fitato:zinco maior que 20 pode oferecer risco ao estado nutricional de zinco. Porém, em outro estudo foi demonstrado prejuízo de crescimento e redução na concentração tecidual de zinco em ratos com uma razão molar diária fitato:zinco de 12 (MAIHARA, 1996).

Em um estudo de Kwun e Kwon (2000) onde avaliaram estado limítrofe de zinco em relação às dietas orientais (Korea do Sul), relatadas como pobres em biodisponibilidade de zinco, a razão molar de fitato:zinco foi de 15 e o consumo médio de zinco, cálcio e ácido fítico foram respectivamente 10,1 mg, 426,5 mg e 1676,6 mg, ficando a razão molar entre o cálcio e o zinco de 42 e tendo como principal fonte de fitato (também da fração fibra alimentar), os grãos e produtos de cereais, seguidos de frutas, vegetais e leguminosas.

No presente estudo, a razão molar média entre cálcio e zinco foi de 67 e 64 para meninas e meninos respectivamente (Gráficos 12 e 13; Figuras 1 e 2). Porém, esta razão é relevante somente na presença de quantidade elevada de ácido fítico. Embora alimentos fontes de fibra alimentar geralmente também são fontes de ácido fítico (YUYAMA et al, 2007), o consumo médio da fração fibra para ambos os sexos dos escolares neste estudo foi 10,8 g/ dia, não atingindo a quantidade sugerida de ingestão para redução do risco de DCV (IOM, 2004) (Gráfico 14; Figura 3).

Contudo, houve relato de consumo de leite e derivados, principalmente iogurtes e queijos (escolares da rede particular), juntamente com as refeições principais, supondo competição por mecanismos de transporte entre os minerais cálcio e zinco, relatado em alguns estudos anteriores (ARGIRATOS; SAMMAN, 1994; COZZOLINO et al, 2007), embora não em outros. McKenna et al (1997) ao investigarem o balanço de

zinco em meninas americanas na puberdade, com 11 anos de idade e estágio pubertal Tanner 2, consumindo dietas com baixo ou alto conteúdo de cálcio, razão molar cálcio:zinco de 114 não causou efeitos adversos na utilização do zinco, estudo este realizado em unidade metabólica.

Outros componentes alimentares envolvidos na redução da biodisponibilidade do zinco são os polifenóis, com efeitos inibitórios sobre os minerais. O ácido tânico e o ácido clorogênico constituem os principais polifenóis presentes em alimentos de origem vegetal, principalmente chás, café, cacau e derivados, cereais e especiarias (van DOKKUM, 1992; HALLBERG; HULTHEN, 2000; ZIJP; KORVER; TIJBURG, 2000). No presente estudo, achocolatados, bombons, barras, bolo de chocolate, biscoitos recheados com chocolate, sorvete de chocolate e calda de chocolate foram consumidos com alta frequência, principalmente pelos escolares da rede particular de ensino e em maiores quantidades, entre as meninas (Gráficos 7, 8, 9 e 10). O café foi mais consumido pelos meninos das escolas públicas.

Aditivos alimentares do tipo corante de caramelo também estão envolvidos com deficiência de micronutrientes, número reduzido de linfócitos e outras mudanças do sistema imune, efeitos estes causados por um derivado de imidazol – tetrahidrobutilimidazol, comumente utilizados em produtos de panificação, molhos prontos, sopas prontas, pó para pudim, sucos artificiais, caldas doces, vinagres (HOUBEN et al, 1992). Seu efeito na ingestão dos escolares não pode ser excluído, uma vez que neste estudo foi constatada alta frequência no consumo destes alimentos em pó prontos para o preparo, bem como de produtos de padaria, e de alguma forma, podem estar interagindo com o zinco.

Muitas interações podem ocorrer simultaneamente, as quais são dependentes do conteúdo de zinco da dieta, de sua interação com os demais componentes ingeridos e do estado nutricional do indivíduo, que por sua vez pode ser influenciado por fatores econômicos. Entretanto, mudanças temporárias no padrão de seleção dos alimentos causando inadequação de ingestão em relação ao zinco são compensadas por mecanismos homeostáticos, alcançados através da redução de perdas endógenas fecais, urinárias e tegumentares, e com isto, podendo permanecer relativamente

constante, o conteúdo total de zinco corpóreo (JACKSON; JONES; EDWARDS, 1982; SIAN et al, 1996; KING, 1999; PRASAD, 2003).

Isto explica porque 57% das meninas no T2 e 46% no T3 que relataram ingestão reduzida de zinco apresentaram excreção urinária menor que 200 µg/ 24h (moderada) e a maioria (80%) estava com baixo zinco eritrocitário. Da mesma forma, 67% dos meninos no T2 e 40% no T3 relataram ingestão bastante reduzida de zinco e apresentaram excreção urinária menor que 200 µg/ 24h, dentre eles, 40% também apresentou baixo zinco eritrocitário (Gráficos 11, 16 e 17).

Baer e King (1984), ao submeterem homens jovens saudáveis à deficiência severa de zinco em unidade metabólica por 4 a 9 semanas, observaram uma redução significativa de zinco no plasma, sangue total, urina e fezes. Houve alta correlação entre as concentrações de zinco no plasma e na urina quando a excreção urinária foi de 150 µg de zinco em 24h, e isto ocorreu notoriamente antes do decréscimo do zinco plasmático, indicando rápida resposta do zinco urinário frente às variações dietéticas. Entretanto, a correlação entre plasma e urina a 150 µg Zn/ 24h não foi observada no presente estudo.

Apesar da redução de zinco urinário ocorrer rapidamente após o início de uma ingestão baixa em zinco, aparecendo antes de qualquer mudança na concentração plasmática ou na fração absorvida de zinco, ela tende a se manter constante diante de uma ampla variação na ingestão (JOHNSON et al, 1993).

Ajustes entre a absorção e a excreção endógena parecem ser o principal meio de manutenção da homeostase de zinco, o que pode ser evidenciado através de concentrações plasmáticas do mineral (FAIRWEATHER-TAIT; DAINTY, 2002), constituindo o índice mais amplamente utilizado na avaliação do estado nutricional de zinco (GIBSON, 1990). Seus valores declinam frente à deficiência grave do mineral, retornando ao normal com a suplementação (BROWN et al, 2002) e podendo se manter dentro da variação normal em condições limítrofes de zinco (YOKOI et al, 2003).

No presente estudo, a concentração média de zinco plasmático se manteve acima do ponto de corte nos três tempos do estudo e em ambas as redes de ensino

(Gráfico 15), mesmo com concentração média de zinco eritrocitário abaixo do ponto de corte. King et al (2001) propuseram um modelo matemático para explicar a cinética do zinco plasmático, definindo 5 compartimentos nos quais a homeostase do mineral é regulada frente às variações de ingestão, mantendo a concentração plasmática dentro da variação normal: absorção gastrintestinal, excreção urinária, troca eritrocitária, liberação muscular e secreção intestinal.

A absorção responde mais lentamente, sendo mais relacionada com grandes variações na ingestão de zinco, ao passo que as excreções endógenas respondem imediatamente e estão relacionadas com quantidades relativamente pequenas, mas ambas atuam em sinergismo para estabelecer a homeostase do zinco. Já os eritrócitos possuem trocas mais lentas com o plasma, e refletem estado de zinco mais a longo prazo, devido a sua meia-vida de 120 dias (WHITEHOUSE et al, 1982).

O zinco plasmático dos escolares, de uma maneira geral, apresentou correlação positiva com o zinco dietético, com exceção dos meninos $IMC \geq P85$ (Tabelas 23 e 24). Vale ressaltar que cinco dos treze meninos com sobrepeso ou obesidade relataram sua ingestão 60% abaixo das recomendações energéticas, supondo um sub-relato como citado anteriormente.

Apenas dois dos treze meninos $IMC \geq P85$ apresentaram concentrações abaixo dos valores esperados para zinco plasmático de 60 e 54 $\mu\text{g/dL}$, sendo um de cada rede escolar, com respectivas concentrações de zinco eritrocitário 37 e 35 $\mu\text{g Zn/g Hb}$, zinco urinário dentro dos valores esperados e zinco dietético médio de 13,7 mg e 9,7 mg. Nos inquéritos alimentares do primeiro, foi relatado o consumo de 2 copos de refrigerante por refeição, suco artificial em pó e um consumo médio de cálcio e fração fibra bem acima da média do grupo (1100 mg e 13 g respectivamente); no segundo, foi relatado o achocolatado adicionado ao leite em 3 refeições juntamente com o açúcar, 2 alimentos fritos em óleo por refeição principal, um consumo médio de 368 mg de colesterol e uma triacilgliceridemia de 138 mg%.

No caso destes dois escolares, o estado nutricional relativo ao zinco é limítrofe, podendo indicar baixa biodisponibilidade do zinco na dieta. Juntamente com os demais escolares com sobrepeso ou obesidade que apresentaram concentração normal de

zinco plasmático e concentração reduzida de zinco eritrocitário, indicam que a interação também ocorreu no estado pós-absortivo e se relaciona com o excesso de massa corporal, onde a distribuição do zinco corpóreo pode estar alterada e a excreção urinária aumentada (MARREIRO; FISBERG; COZZOLINO, 2002).

Entretanto, dos vinte e quatro escolares $IMC \geq 85$ de ambos os sexos analisados neste estudo, apenas um apresentou excreção urinária acima do valor esperado no T2 (721,8 $\mu\text{g Zn/ 24h}$), e apenas dois no T3 (1554,7 e 710,0 $\mu\text{g Zn/ 24h}$). Destes três, tanto a concentração plasmática como a eritrocitária estavam dentro do valor esperado, bem como a ingestão dentro do valor recomendado para zinco, exceto para uma menina com indício de subestimação da energia consumida (927 kcal/ dia; 5,1 mg Zn/ dia; $IMC=24,1$; 32%GT), concentração plasmática adequada e concentração eritrocitária reduzida (32,0 $\mu\text{g Zn/ g Hb}$ nos dois tempos do estudo).

Contudo, alguns autores têm relatado parâmetros bioquímicos do estado nutricional relativo ao zinco alterados na obesidade (ATKINSON et al, 1978; MARREIRO; FISBERG; COZZOLINO, 2002) havendo indícios de uma menor biodisponibilidade do mineral frente a um aumento de tecido adiposo (Di MARTINO et al, 1993), provavelmente por ação de glicocorticóides sobre a metalotioneína, principal ligante do zinco (BEATTIE et al, 1998).

Este fenômeno pode estar ocorrendo entre os escolares avaliados neste estudo que apresentam excesso de peso e de massa corporal, apenas para a concentração eritrocitária de zinco, pois para o sexo feminino, todos os escolares $IMC \geq P85$ apresentaram zinco eritrocitário $< 40 \mu\text{g/ g Hb}$ e assim se mantiveram até o final do estudo. Apenas uma menina cujo estágio pubertal evoluiu para Tanner 3 e 4 com ocorrência da menarca, mesmo tendo suas necessidades nutricionais elevadas, aumentou o zinco eritrocitário: de 37 (T1) para 46 (T2) e 41 (T3) $\mu\text{g/ g Hb}$, concomitantemente à redução de sua massa corporal: de 23 (T1) para 19 (T3) kg/m^2 .

A concentração plasmática de zinco não apresentou correlação linear com a concentração urinária de zinco, nos dois tempos do estudo em que a urina foi analisada, em ambos os sexos. Entretanto, ao separar o grupo por estágio pubertal, as meninas em Tanner 1 foram as únicas que apresentaram correlação positiva entre os

dois parâmetros ($r=0,810$), uma vez que a maioria delas apresentava baixa excreção urinária e baixa concentração plasmática, além da baixa concentração eritrocitária de zinco.

Quando o grupo foi analisado segundo seu IMC, mais uma vez a correlação linear entre o plasma e a urina foi positiva apenas para as meninas $IMC \leq P15$ (T3), que apresentaram baixa excreção urinária e baixa concentração plasmática, além da baixa concentração eritrocitária de zinco, sugerindo impacto do baixo peso e da massa corporal reduzida no estado relativo ao zinco. Vale ressaltar que a maioria destas meninas apresentou déficit de estatura concomitante ao baixo peso e IMC reduzido.

A massa corporal também exerce influência no conteúdo mineral ósseo, onde a carga do peso corporal estimula a formação óssea (EFOBD, 1987; WHITING et al, 2004), especialmente durante o crescimento linear, onde o pico de massa óssea pode ser afetado por fatores exógenos e diminuir progressivamente com a idade após a vida adulta (MANZONI et al, 1996). O padrão alimentar nesta etapa da vida é um importante determinante do risco de osteoporose na fase adulta e por isto deve haver ingestão adequada de nutrientes que participem da mineralização óssea, especialmente o cálcio (TUCKER, 2003).

Porém, déficit de estatura está mais correlacionado com deficiência de zinco (PRASAD, 2003). Crianças com vários graus de retardo de crescimento aumentam a velocidade de crescimento linear e peso frente à suplementação com zinco (BROWN; PEERSON; ALLEN, 2002; UMETA et al, 2000) e esta resposta implica em indicador clínico-funcional da necessidade deste mineral (GIBSON et al, 1989; HUNT; MULLEN; LYKKEN, 1992). O papel do zinco na promoção do crescimento se dá pela relação com o IGF-1 (fator-1 de crescimento ligado à insulina), principal fator de crescimento pós-natal e mediador do crescimento como um todo (TIRAPEGUI; FUKUSHIMA; GRIMALDI, 1993). Concentrações reduzidas de IGF-1 foram observadas em animais jovens deficientes em zinco (ÖNER; BHAUMICK; BALA, 1984) e em crianças com retardo de crescimento, restrição energética e deficiência de zinco (NINH et al, 1996; MacDONALD, 2000).

Os estudos também mostram crianças em diferentes estágios pubertais apresentando deficiência plasmática de zinco e déficit de estatura, responsivas à suplementação de zinco isolado ou em suplemento vitamínico-mineral (NINH et al, 1996; WINICHAGOON et al, 2006). A diferença é que a alta prevalência da deficiência de zinco está descrita em populações de baixa renda, onde deficiências nutricionais múltiplas coexistem, sendo a de ferro com maior prevalência (STEFANINI et al, 1995). Entretanto, neste estudo, déficit de estatura associado à deficiência de zinco foi mais prevalente na população supostamente de maior renda (escolas particulares).

Em todos os momentos do estudo e para ambas as redes de ensino, a concentração média de zinco eritrocitário esteve abaixo dos valores esperados, com exceção dos meninos eutróficos e $IMC \leq P15$ no T3 do estudo (Gráfico 16), os quais relataram maiores consumos de zinco, mas apresentaram reduzidas excreções de zinco na urina (Gráfico 17).

O índice de liberação do zinco a partir de estoques com *turnover* lento, como é o caso dos eritrócitos, pode aumentar frente às altas cargas de suplementação com zinco (100 mg/ dia por 9-10 meses) (WASTNEY et al, 1986) ou à deficiência grave do mineral ($< 0,5$ mg/ dia por 40 d) (KING et al, 2001).

A massa eritrocitária constitui um tecido de trocas leves com o plasma e devido à meia vida de 120 dias dos eritrócitos, a concentração de zinco geralmente não reflete mudanças recentes nos estoques de zinco corpóreo (GIBSON, 1990). Isto indica que os resultados deste estudo em relação a este parâmetro apontam para uma deficiência de zinco pré-existente, que se perpetuou ao longo do estudo. Houve melhora no T3, especialmente nos escolares eutróficos, sugerindo que de alguma forma, a participação no estudo e os sucessivos contatos com nutricionista podem ter sensibilizado este subgrupo para uma melhora na qualidade da alimentação.

Outro ponto a ser destacado é a falta de correlação entre os parâmetros bioquímicos para os indivíduos aparentemente saudáveis $IMC = P15 < P50 > P85$. A correlação do IMC e zinco eritrocitário foi positiva para este subgrupo com o avanço da maturação sexual para as meninas, ou seja, Tanner 3 ($r=0,545$) e foi inversa nos estágios pré-pubertais para meninos, ou seja, Tanner 1 e 2 ($r=-0,466$ e $r=-0,583$,

respectivamente). Isto pode indicar que, dentro de uma distribuição normal de massa corporal, meninos mais magros retêm menos zinco antes da maturação sexual e as meninas mais encorpadas retêm mais zinco no momento da maturação sexual.

Schlegel-Zawadzka e col (2002), estudando hábitos alimentares de crianças polonesas aparentemente saudáveis, com 11 anos de idade, encontraram concentrações plasmáticas de zinco semelhantes entre os sexos, porém valores para zinco eritrocitário e de cabelo foram menores para os meninos. Embora as diferenças no eritrócito não tenham sido estatisticamente diferentes, foram inferiores para os meninos na ordem de 1DP. Considerando que meninos com 11 anos geralmente estão em Tanner 1 ou 2 e meninas com 11 anos geralmente estão em Tanner 2 ou 3 (TANNER; WHITEHOUSE, 1976; ROGOL; CLARKE; ROEMMICH, 2000), os resultados do estudo polonês concordam com os encontrados no presente estudo para os escolares IMC= P15<P50>P85.

Vale discutir ainda os pontos de corte para zinco eritrocitário. Em um estudo mais antigo realizado com a população japonesa aparentemente saudável (NISHI, 1980), a concentração eritrocitária de zinco variou fortemente em função da idade, diminuindo gradualmente na infância e chegando a valores bem baixos para recém-nascidos de 1 a 6 meses de vida: 18,7 µg Zn/ g Hb, onde crianças maiores ou adolescentes, de até 15 anos, tiveram valores equiparáveis aos dos adultos: 42,2 µg Zn/ g Hb, com um desvio-padrão de ±5,6 µg Zn/ g Hb, indicando que até 36,6 µg Zn/ g Hb, a população para esta faixa etária estaria com estado adequado de zinco eritrocitário.

Alguns pesquisadores referem não haver valores de referência estabelecidos na literatura para zinco eritrocitário em crianças saudáveis pré-púberes ou em estágios iniciais da puberdade (SCHLEGEL-ZAWADZKA et al, 2002; SANTOS; SARDINHA; COLLI, 2005). Hotz, Pearson e Brown (2003) descrevem variações de concentração plasmática de zinco em uma re-análise dos dados do NAHNES II (*2nd National Health and Nutrition Examination Survey*) e sugerem pontos de corte mais baixos para crianças menores de 10 anos, ressaltando diferenças relativas ao sexo, com uma variação de 5,6% a mais para meninos, mas nenhuma menção é feita para o eritrócito.

Diante deste quadro, novos valores são propostos para indicar estado nutricional adequado relativo ao zinco eritrocitário de escolares avaliados neste estudo, considerando os valores médios apresentados ao longo do estudo (T1, T2 e T3), para diminuir a variação sazonal dos estoques corpóreos de zinco, relatada por Gibson e col (1989). Os valores contidos nas tabelas 25 e 26 foram construídos neste sentido, baseados em medidas de indivíduos aparentemente saudáveis para idade, estatura e massa corporal, sem alteração de lipídeos, tendo sido distribuídos em função da maturidade sexual de ambos os sexos.

Considerando que a coleta de sangue deste estudo ocorreu em três diferentes estações ao longo de um ano, englobando festividades regionais e hábitos alimentares locais, e que a disponibilidade de alimentos pode ser a mesma para outros escolares com a mesma faixa etária; e ainda, se levantarmos a hipótese de que tais indivíduos possam ter comportamento alimentar e padrão de consumo similares aos dos escolares deste estudo, com todas as variedades intra-individuais observadas; pode-se extrapolar os novos valores propostos de estado adequado de zinco eritrocitário à outras populações, com características antropométricas, clínicas e ambientais semelhantes, uma vez que este subgrupo da amostra estudada encontrou suas necessidades fisiológicas para o crescimento adequado de seus tecidos corporais (Tabelas 25 e 26).

Escolares eutróficos evoluindo na sua maturação sexual ao longo do estudo, sem redução relevante da massa corporal nem aumento da %GT a ponto de alterar a classificação nutricional, sem perfil lipídico alterado; que mantém seu crescimento linear, mesmo com variações no consumo, no zinco urinário e eritrocitário, e principalmente, mantendo sua concentração plasmática próxima do esperado; pode-se presumir homeostase e cinética de zinco ajustadas às variações exógenas, com balanço equilibrado do mineral (Tabelas 25 e 26).

Outro ponto relevante é a discussão sobre os valores de referência estabelecidos como ponto de corte para a inadequação da ingestão de zinco (IOM, 2000b), os quais podem estar subestimados para a população deste estudo, frente à alta prevalência de zinco eritrocitário abaixo do valor esperado. Estavam inadequados para o valor de 40 µg Zn/ g Hb, 83% e 79% no T1, 73% e 66% no T2, e 62% e 50% no T3 dos escolares, respectivamente meninas e meninos. Paralelamente, estavam inadequados para o

valor de 7,0 mg Zn/ dia (EAR), 32% e 37% no T1, 43% e 38% no T2, 47% e 27% no T3 dos escolares, respectivamente meninas e meninos (Gráfico 11).

Nota-se uma diferença muito grande, onde a maioria do grupo ingeriu zinco suficiente (médias de 9,6 mg no T1; 8,4 mg no T2; 9,8 mg no T3), mas estava com baixo estado nutricional de zinco (médias de 33,1 µg/ g Hb no T1; 34,3 µg/ g Hb no T2; 38,3 µg/ g Hb no T3). Embora o fator biodisponibilidade deva ser considerado, como discutido anteriormente, e deva estar interferindo na dieta dos escolares deste estudo, a extensão e magnitude não parecem ser correspondentes a estas diferenças entre ingestão e retenção eritrocitária de zinco.

Ao ajustar os valores brutos de zinco ingerido para escores z, segundo o valor da EAR, relacionado ao desvio-padrão do grupo (FERREIRA, 2000), a inadequação para ingestão de zinco aumenta, considerando +1DP da EAR, sendo mais congruente com o parâmetro eritrocitário. Assim, os escolares deficientes em zinco dietético passam a ser: 68% e 66% no T1, 74% e 78% no T2, 90% e 73% no T3, respectivamente para meninas e meninos. Conseqüentemente, os pontos de corte estimados para adequação na ingestão diária de zinco para a amostra estudada, passam a ser: 14,5 e 14,2 mg no T1, onde prevaleceram meninas e meninos em Tanner 1 de maturação sexual; 13,2 e 14,8 mg no T2, onde prevaleceram meninas e meninos em Tanner 2 de maturação sexual; e 16,2 e 16,8 mg no T3, onde prevaleceram meninas e meninos em Tanner 3 de maturação sexual.

Observa-se um valor estimado mais alto para as meninas no início do estudo, onde a maioria era pré-púbere. No entanto, a OMS (WHO, 2004) relata uma necessidade para zinco aumentada na faixa etária de 6 a 10 anos em relação à faixa etária de 10 a 12 anos para as meninas, embora as recomendações não acompanhem este padrão, ou seja, o valor é menor para crianças de até 10 anos de idade.

A OMS também recomenda que a ingestão de zinco seja em função da biodisponibilidade da dieta no sentido de encontrar as necessidades para a fração de zinco absorvida e categoriza as dietas em três níveis: baixa, moderada e alta biodisponibilidade, respectivamente 15%, 30% e 50% de absorção, segundo alguns

critérios, como teor de fibra alimentar, razão molar fitato:zinco, presença de proteína animal, presença de suplemento de cálcio (WHO, 2004).

Portanto, alguns aspectos fundamentais devem ser considerados na avaliação da ingestão de zinco, além de simplesmente utilizar um valor para ponto de corte que indique inadequação: primeiro, a natureza da dieta e seu conteúdo de promotores e inibidores da absorção de zinco; segundo, considerar que a eficiência da absorção está em função do conteúdo total de zinco na dieta, bem como no estado nutricional relativo ao mineral; e terceiro, assumir que existem variações individuais sob diferentes condições intra-pessoais e ambientais.

6. CONCLUSÃO

A avaliação do estado nutricional relativo a zinco de jovens em idade escolares se mostrou bastante complexa. A avaliação antropométrica caracterizou a amostra em três grupos distintos: baixo peso ou desnutrição, eutrofia e sobrepeso ou obesidade, independente da maturação sexual ou rede de ensino, embora a gravidade do estado nutricional tenha sido maior no sexo feminino das escolas particulares ($\leq P15$) e no sexo masculino das escolas públicas ($\geq P85$).

O consumo energético e protéico apresentou-se adequado para a maioria da população estudada, mas o consumo lipídico e de colesterol total foi alto, acarretando em alta prevalência de hipercolesterolemia e hipertrigliceridemia, em todos os subgrupos da amostra.

Em relação à ingestão de zinco, aproximadamente um terço dos escolares apresentaram baixo consumo (30% para o sexo feminino e 37% para o sexo masculino), segundo a EAR (IOM, 2000b), se agravando no T2 e T3 para as meninas (45 e 47%, respectivamente), especialmente as classificadas com sobrepeso ou obesidade (73 e 64%, respectivamente).

A concentração plasmática de zinco foi inadequada para 12% em ambos os sexos no T1, 24 e 20% no T2 e 39 e 4% no T3, respectivamente no sexo feminino e masculino. A excreção urinária de zinco esteve inadequada em aproximadamente metade de toda a população estudada, em ambos os momentos analisados.

De toda a população estudada, a concentração eritrocitária de zinco esteve abaixo de 40 $\mu\text{g/gHb}$ para a maioria em todos os momentos estudados, sendo mais grave no momento inicial (81 e 86%, respectivamente para o sexo feminino e masculino), reduzindo no momento final, principalmente para os meninos (63 e 44%, respectivamente para o sexo feminino e masculino),

Devido à falta de dados na literatura científica para pontos de cortes que estabeleçam inadequação de zinco eritrocitário para crianças entre 9 e 12 anos de idade, valores para este indicador foram construídos baseados no subgrupo deste estudo, considerado aparentemente saudável e levando em conta o estágio pubertal: para o sexo feminino, em Tanner 1 = 35 $\mu\text{g/gHb}$, em Tanner 2 = 37,4 $\mu\text{g/gHb}$, em

Tanner 3 = 40,9 µg/ gHb; para o sexo masculino, em Tanner 1 = 33,4 µg/ gHb, em Tanner 2 = 36,9 µg/ gHb, em Tanner 3 = 43,1 µg/ gHb.

Contudo, a adequação do estado nutricional em relação ao zinco foi baixa em relação à ingestão, e grave em relação ao zinco eritrocitário, refletindo reservas reduzidas do mineral nos estoques teciduais, representando risco para esta população que se encontra em fase de intenso crescimento e proliferação celular.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS *

1. AGGETT, P.J.; COMERFORD, J.G. – Zinc in human health. **Nutr Rev**, New York, v.53, p.16S-22S, 1995.
2. ANJOS, L.A. ET AL – Indicadores de gordura corporal em crianças de 7 a 11 anos vivendo em condições sócio-ambientais diferentes no Rio de Janeiro, Brasil. **Ciência**, v.41, p.1179-88, 1989
3. ANJOS, L.A.; VEIGA, G.V.; CASTRO, I.R.R. – Distribuição dos valores do índice de massa corporal da população brasileira até 25 anos, **Rev Panam Salud Publica/ Pan Am J Public Health**, v.3, p.164-73, 1998.
4. ARGIRATOS, V.; SAMMAN, S. – The effect of calcium carbonate and calcium citrate on the absorption of zinc in healthy female subjects. **Eur J Clin Nutr**, v.45, p.198-204, 1994.
5. ASSIS, A.M.O.; BARRETO, M.L.; GOMES, G.S.S. ET AL- Childhood anemia prevalence and associated factors in Salvador, Bahia, Brazil. **Cad. Saúde Públ**, v.20, p.1633-41, 2004.
6. ATKINSON, R.L.; DAHMS, W.T.; BRAY, G.A.; JACOB, R.; SANDSTEAD, H.H. – Plasma zinc and cooper in obesity and intestinal bypass. **Ann Intern Med**. Philadelphia, v.89, p.491-3, 1978 (abstract)
7. BAER, M.T.; KING, J.C. - Tissue zinc levels and zinc excretion during experimental zinc depletion in young men. **Am J Clin Nutr**, v.39, p.556-70, 1984.

* De acordo com a norma NBR6023/2002 preconizada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

8. BALES, C.W.; DISILVESTRO, R.A.; CURRIE, K.L.; PLAISTED, C.S.; JOUNG, H.; GALANOS, A.N.; LIN, P.H. - Marginal zinc deficiency in older adults: responsiveness of zinc status indicators. **J Am Coll Nutr**, v.13, p.455-62, 1994.
9. BARROS, A.A. ET AL – Evaluacion of the nutritional status of 1st year school children in Campinas, Brasil. **Ann Trop Paediatr**, v.10, p.75-84, 1990 (abstract).
10. BAXTER, S.D. - Accuracy of fourth-graders' dietary recalls of school breakfast and school lunch validated with observations: in-person versus telephone interviews. **J Nutr Educ Behav**, v.35, p.124-34, 2003.
11. BAXTER, S.D.; SMITH, A.F.; LITAKER, M.S.; GUINN, C.H.; SHAFFER, N.M.; BAGLIO, M.L.; FRYE, F.H. - Recency affects reporting accuracy of children's dietary recalls. **Ann Epidemiol**, v.14, p.385-90, 2004 (abstract).
12. BEATON, G.H.; BUREMA, J.; RITENBAUGH, C. – Errors in the interpretation of dietary assessments. **Am J Clin Nutr**, v.65(suppl), p.1100S-7S, 1997.
13. BEATTIE, J.H.; WOOD, A.M.; NEWMAN, A.M.; BREMNER, I.; CHOO, K.H.; MICHALSKA, A.E.; DUNCAN, J.S.; TRAYHURN, P. – Obesity and hyperleptinemia in metallothionein (-I and -II) null mice. **Proc Natl Acad Sci USA**, Saint Louis, v.95, p.358-63, 1998 (abstract).
14. BECK, F.W.J.; PRASAD, A.S.; KAPLAN, J.; FITZGERALD, J.T.; BREWER, G.J. - Changes in cytokines production and T cell subpopulations in experimentally induced zinc-deficient humans. **Am J Physiol**, v.272, p.1002-7, 1997 (abstract).
15. BERG, J.M.; TYMOCZKO, J.L.; STRYER, L.; CLARKE, N.D. – **Biochemistry**. 5a.ed., 2002, 572p.

16. BERQUÓ, E.S.; SOUZA, J.M.P.; GOTLIEB, S.L.D. - **Bioestatística**. 2a.ed. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 2002, 350p.
17. BIRO, F.M.; McMAHON, R.P.; STRIEGEL-MOORE, R.; CRAWFORD, P.B.; OBARZANEK, E.; MORRISON, J.A.; BARTON, B.A.; FALKNER, F. - Impact of timing of pubertal maturation on growth in black and white female adolescents: The National Heart, Lung, and Blood Institute Growth and Health Study. **J Pediatr**, v.138, p.636-43, 2001.
18. BHATNAGAR, S.; TANEJA, S. – Zinc and cognitive development. **J Nutr**, Bethesda, v.85, p.139-45, 2001.
19. BLOEM, M.W. - Interdependence of vitamin A and iron: an important association for programmes of anaemia control. **Proc Nutr Soc**, v.54, p.501-8, 1995.
20. BRINDA, G. - The role of zinc in human nutrition. **Nutr Food Sci**, London, v.98, p.17-8, 1986.
21. BROWN, K.H.; PEERSON, J.M.; RIVERA, J.; ALLEN, L.H. – Effect of supplemental zinc on the growth and serum zinc concentrations of prepubertal children: a meta-analysis of randomized controlled trials. **Am J Clin Nutr**, v.75, p.1062-71, 2002.
22. BURROWS, R.A.; LEIVA, L.B.; MUZZO, S.B. – Peso para la talla de escolares chilenos, según la edad y el grado de desarrollo puberal. **Arch Latinoam Nutr**, v.45, p.19-24, 1995.
23. BUSSAB, W.P. - **Estatística básica**. 4a.ed. São Paulo: Atual, 1988. 321p.
24. BUTLER, G.E.; McKIE, M.; RATCLIFFE, S.G. – The cyclical nature of prepuberal growth. **Annals Hum Biol**, v.17, p.177-98, 1990.

25. CABALLERO, B.; HIMES, J.H.; LOHMAN, T.; DAVIS, S.M.; STEVES, J.; EVANS, M.; GOING, S.; PABLO, J. – Body composition and overweight prevalence in 1704 schoolchildren from 7 American Indian communities. **Am J Clin Nutr**, v.78, p.308-12, 2003.
26. CAPRIO, S.; HYMAN, L.D.; MCCARTHY, S.; LANGE, R.; BRONSON, M.; TAMBORLANE, W.V. – Fat distribution and cardiovascular risk factors in obese adolescent girls: importance of the intraabdominal fat depot. **Am J Clin Nutr**, v.64, p.12-7, 1996.
27. CARRIQUIRY, A.L. – Estimation of usual Intake distributions of nutrients and foods. **J Nutr**, v.133, p.601S-8S, 2003.
28. CARRIQUIRY, A.L.; CAMANO-GARCIA, G. – Evaluation of intake data using the tolerable upper levels, **J Nutr**, v.136, p.507S-13S, 2006.
29. CASEY, V.A.; DWYER, J.T.; BERKEY, C.S.; BAILEY, S.M.; COLEMAN, K.A.; VALADIAN, I. - The distribution of body fat from childhood to adulthood in a longitudinal study population. **Ann Hum Biol**, v.21, p.39-55, 1994.
30. CERVATO, A.M.; VIEIRA, V.L. – Índices dietéticos na avaliação da qualidade global da dieta. **Rer Nutr**, Campinas, v.16, p.347-55, 2003.
31. CHAMBERS, E.; MCGUIRE, B.; DODWIN, S.; McDOWELL, M.; VECCHIO, F. – Quantifying portion sizes for selected snack foods and beverages in 24-hour dietary recalls. **Nutr Res**, v.20, p.315–26, 2000.
32. CHARBONNEAU-ROBERTS, G.; SAUDNY-UNTERBERGER, H.; KUHNLEIN, H.V.; EGELAND, G.M. - Body mass index may overestimate the prevalence of overweight and obesity among the Inuit. **Int J Circumpolar Health**, v.64, p.163-9, 2005.

33. CHESTERS, J.K. – Zinc. In: O'DELL, B.L., SUNDE, R.A. eds. **Handbook of nutritionally essential mineral elements**. New York:Marcel Dekker, 1997, p.185-230.
34. CHING, T.H. – **Coeficiente de correlação intraclass: planejamento com alocação ótima e aplicação no estudo de confiabilidade de medidas**. São Paulo:IME-USP, 1995. p.103.
35. CONSENSO LATINO-AMERICANO EM OBESIDADE (CLAO) – Rio de Janeiro:Walmir Ferreira Coutinho, 1998, 117p. Disponível em: <www.abeso.org.br/downloads.htm> Acesso em: 03/01/2007.
36. 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. (Dissertação de mestrado – Faculdade de Ciências Farmacêuticas - USP).
37. COUSINS, R.J. – Zinc. In: FILER, L.J., ZIEGLER, E.E., eds. **Present knowledge in nutrition**, 7th ed., Washington, DC:International Life Science Institute, Nutrition Foundation, 1996, p.293-306.
38. COUSINS, R.J.; LEE-AMBROSE, L.M. - Nuclear zinc uptake and interactions and metallothionein gene expression are influenced by dietary zinc in rats. **J Nutr**, v.122, p.56–64, 1992.
39. 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.

40. COX, D.R.; SKINNER, J.D.; CARRUTH, B.R.; MORAN, J.; HOUCK, K. – A food Variety Index for Toddlers (VIT): development and application. **J Am Diet Assoc**, v.97, p.1382-6, 1997.
41. COZZOLINO, S.M.F. – Novas recomendações de nutrientes: interpretação e utilização. In: INTERNATIONAL LIFE SCIENCES INSTITUTE (ILSI-Brasil) – **Uso e aplicações das DRIs**. CD-ROM. São Paulo: SBAN, 2001.
42. COZZOLINO, S.M.F.; MICHELAZZO, F.B. – Biodisponibilidade: conceitos, definições e aplicabilidade. In: COZZOLINO, SMF - **Biodisponibilidade de nutrientes**. 2ª.ed., Barueri/ SP:Manole. 2007, cap.1, p.3-11.
43. DALL'ACQUA, F.M.O. – Ajustamento econômico e as políticas sociais: o caso do programa de merenda escolar. In: Campino, A.C.C. & Amaral, C.M., orgs. **Questões Sociais no Brasil**, São Paulo. IPE/USP, v.198, p.57-7, 1994.
44. DANIELS, S.R.; RHOURY, P.R.; MORRISON, J.A. – The utility of body mass index as a measure of body fatness in children and adolescents: differences by race and gender. **Pediatrics**, v.99, p.804-7, 1997.
45. de ONIS, M.; HABICHT, J-P. – Anthropometric reference data for international use: recommendations from a World Health Organization Expert Committee. **Am J Clin Nutr**, v.64, p.650-8, 1996.
46. DI MARTINO, G.; MATERA, M.G.; DE MARTINO, B.; VACCA, C.; DI MARTINO, S.; ROSSI, F. – Relationship between zinc and obesity. **J Med**, v.24, p.177-83, 1993.
47. DIETZ, W. - Health consequences of obesity in youth: childhood predictors of adult disease. **Pediatrics**, v.101, p.518-25, 1998.

48. DOMEL, S.B. – Self-reports of diet: how children remember what they have eaten. **Am J Clin Nutr**, v.65, p.1148S-52S, 1997.
49. DOMEL, S.B.; THOMPSON, W.O.; BARANOWSKI, T.; SMITH, A.F. - How children remember what they have eaten. **J Am Diet Assoc**, v.94, p.1267-72, 1994.
50. DRABKIN, D.L.; AUSTIN, J.H. - Spectrophotometric studies II. Preparations from washed blood cells: nitric oxide hemoglobin and sulphhemoglobin. **J Biol Chem**, Baltimore, v.112, p.51-65, 1935.
51. DUARTE, M.F.S. – Maturação física: uma revisão da literatura, com especial atenção à criança brasileira. **Cad Saúde Públ**, v.9 (supl.1), p.71-84, 1993.
52. DWYER, J.T. – Dietary assessment. In: SHILLS, M.E., OLSON, J.A., SHIKE, M. eds – **Modern nutrition in health and disease**. 8th.ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1994, p.842-60.
53. EUROPEAN FOUNDATIONS FOR OSTEOPOROSIS AND BONE DISEASE (EFOBD). Consensus development conference: prophylaxis and treatment of osteoporosis. **Br Med J**, v.295, p.914-5, 1987.
54. EVELETH, P.B.; TANNER, J.M. – **World-wide variation in human growth**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
55. FAIRWEATHER-TAIT, S.J. - Bioavailability of trace elements. **Food Chem**, Barking, v.42, p.213-7, 1992.
56. FAIRWEATHER-TAIT, S.J.; WHARF, S.G.; FOX, T.E. – Use of stable isotopes to assess the bioavailability of trace elements: a review. **Food Add Contam**, v.19, p.939-47, 2002.

57. FAO/OMS/OPS – **Situacion Alimentaria y Nutricional de América Latina**, Santiago, Chile, 1993.
58. FERGUSON, E.L.; GADOWSKY, S.L.; HUDDLE, J.M.; CULLINAN, T.R.; LEHRFELD, J.; GIBSON, R.S. - An interactive 24-h recall technique for assessing the adequacy of trace mineral intakes of rural Malawian women; its advantages and limitations. **Eur J Clin Nutr**, v.49, p.565-78, 1995.
59. FERGUSON, E.L.; GIBSON, R.S.; THOMPSON, L.U.; OUNPUU, S. - Dietary calcium, phytate, and zinc intakes and the calcium, phytate, and zinc molar ratios of the diets of a selected group of East African children. **Am J Clin Nutr**, Bethesda, v.50, p.1450-6, 1989.
60. FERREIRA, H.S. – **Desnutrição: magnitude, significado social e possibilidade de prevenção**. EDUFAL:Maceió, 2000, 218p.
61. FRANK, G.C. – Environmental influences on methods used to collect dietary, **Am J Clin Nutr**, Bethesda, v.59-S, p.207-11, 1994.
62. FRANK, D.A.; NEAULT, N.B.; SKALICKY, A.; COOK, J.T.; WILSON, J.D.; LEVENSON, S.; MEYERS, A.F.; HEEREN, T.; CUTTS, D.B.; CASEY, P.H.; BLACK, M.M.; BERKOWITZ, C. - Heat or eat: the Low Income Home Energy Assistance Program and nutritional and health risks among children less than 3 years of age. **Pediatrics**, v.118, p.1293-302, 2006 (abstract).
63. FREEDMAN, D.S.; SERDULA, M.K.; SRINIVASAN, S.R.; BERENSON, G.S. – Relation of circumferences and skinfold thicknesses to lipid and insulin concentrations in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. **Am J Clin Nutr**, v.69, p.308-17, 1999.

64. FREIRE, S.C. – **Estado nutricional relativo ao zinco de adolescentes obesas antes e após intervenção dietética**. São Paulo, 2006, 148p. [Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo].
65. FRISCH, R.E.; REVELLE, R.; COOK, S. – Components of weight at menarche and the initiation of the adolescent growth spurt in girls: estimated total water, lean body weight and fat. **Hum Biol**, v.45, p.469-83, 1973.
66. FRISCH, R.E.; REVELLE, R. – Height and weight at menarche and a hypothesis of critical body weights and adolescent events. **Science**, v.169, p.397-9, 1970.
67. GARNETT, S.P.; HÖGLER, W.; BLADES, B.; BAUR, L.A.; PEAT, J.; LEE, J.; COWELL, C.T. - Relation between hormones and body composition, including bone, in prepubertal children. **Am J Clin Nutr**, v.80, p.966-72, 2004.
68. GIBSON, R.S. – **Nutritional assessment: a laboratory manual**. New York:Oxford University Press, 1993, p.1-33.
69. GIBSON, R.S. - **Principles of nutritional assessment**. New York:Oxford University Press, 1990. p.691.
70. GIBSON, R.S.; FERGUSON, E.L. – Assessment of dietary zinc in a population. **Am J Clin Nutr**, v.68 (Suppl), p.430S-4S, 1998 (abstract).
71. GIBSON, R.S.; FERGUSON, E.F.; VANDERKOOY, P.D.; MacDONALD, A.C. - Seasonal variations in hair zinc concentrations in Canadian and African children. **Sci Total Environ**, v.84, p.291-8, 1989.

72. GIBSON, R.S.; HEATH, A.L.; FERGUSON, E.L. - Risk of suboptimal iron and zinc nutriture among adolescent girls in Australia and New Zealand: causes, consequences, and solutions. **Asia Pac J Clin Nutr**, v.11 (Suppl), p.543S-52S, 2002 (abstract).
73. GIBSON, R.S.; VANDERKOOY, P.D.S.; MACDONALD, A.C.; RYAN, B.A.; BERRY, M. - A growth-limiting, mild zinc-deficiency syndrome in some Southern Ontario boys with low height percentiles. **Am J Clin Nutr**, Bethesda, v.49, p.1266-73, 1989.
74. GISBERT-GONZÁLES, S.L.; TORRES-MOLINA, F. - Zinc uptake in five sectors of the rat gastrointestinal tract: kinetic study in the whole colon. **Pharm Res**, Nova York, v.130, p.1344S-9S, 1996.
75. GOLDBERG, T.B.L.; COLLI, A.S.; CURI, P.R. (eds) - Crescimento e desenvolvimento pubertário em crianças e adolescentes brasileiros **V: Dobras cutâneas na faixa etária de 10 à 19 anos**. São Paulo:Ed. Bras. de Ciências, 1984, 98p.
76. GOLUB, M.A.; KEEN, C.L.; GERSHWIN, M.E.; STYNE, D.M.; TAKEUCHI, P.T.; ONTELL, F.; WALTER, R.M.; HENDRICKX, A.G. - Adolescent growth and maturation in zinc-deprived rhesus monkeys. **Am J Clin Nutr**, v.64, p.274-82, 1996.
77. GORAN, M.I.; NAGY, T.R.; TREUTH, M.S.; TROWBRIDGE, C.; DEZEMBERG, C.; MCGLOIN, A.; GOWER, B.A. - Visceral fat in white and African American prepubertal children. **Am J Clin Nutr**, v.65, p.1703-8, 1997.

78. GOULDING, A.; TAYLOR, R.W.; GOLD, E.; LEWIS-BARNED, N.J. – Regional body fat distribution in relation to pubertal stage: a dual-energy X-ray absorptiometry study of New Zealand girls and young women. **Am J Clin Nutr**, v.64, p.564-51, 1996.
79. GREGORY, J.; LOWE, S.; BATES, C.J.; PRENTICE, A.; JACKSON, L.V.; SMITHERS, G.; WENLOCK, R.; FARRON, M. - **National Diet and Nutrition Survey: Young People Aged 4 to 18 Years**. v.1: Report of the Diet and Nutrition Survey. London: The Stationery Office, 2000.
80. HALLBERG, L.; BRUNE, M.; ERLANDSSON, M.; SANDBERG, A.S.; ROSSANDER-HULTEN, L. - Calcium: effect of different amounts on nonheme- and heme-iron absorption in humans. **Am J Clin Nutr**, v.53, p.112-9, 1991 (abstract).
81. HALLBERG, L.; HULTEN, L. - Prediction of dietary iron absorption: an algorithm for calculating absorption and bioavailability of dietary iron. **Am J Clin Nutr**, v.71, p.1147–60, 2000.
82. HEGG, R.V.; HEGG, R. – Biometria e puberdade feminina. **Ars Curandi**, p.32-44, 1980.
83. HIMES, J.H.; DIETZ, W.H. – Guidelines for overweight in adolescent preventive services: recommendations from a expert committee, **Am J Clin Nutr**, Bethesda, v.59, p.307-16, 1994.
84. HOUBEN, G.F.; ABMA, P.M.; VAN DEN BERG, H.; VAN DOKKUM, W.; VAN LOVEREN, H.; PENNINKS, A.H.; SEINEN, W.; SPANHAAK, S.; VOS, J.G.; OCKHUIZEN, T. - Effects of the colour additive caramel colour III on the immune system: a study with human volunteers. **Food Chem Toxicol**, v.30, p.749-57, 1992 (abstract).

85. HUNT, JR – Bioavailability of iron, zinc, and other trace minerals from vegetarian diets. **Am J Clin Nutr**, vol.78, p.633S-9S, 2003.
86. HUNT, J.R.; MULLEN, L.K.; LYKKEN, G.L. – Zinc retention from an experimental diet based on the US FDA Total Diet Study. **Nutr Res**, v.12, p.1335-44, 1992 (abstract).
87. IBANEZ, L.; ONG, K.; DE ZEGHER, F.; MARCOS, M.V.; DEL RIO, L.; DUNGER, D.B. - Fat distribution in non-obese girls with and without precocious pubarche: central adiposity related to insulineamia and androgenaemia from prepuberty to postmenarche. **Clin Endocrinol**, v.58, p.372-9, 2003.
88. INSTITUTE OF MEDICINE (IOM) – DRIs - **Dietary Reference Intakes: applications in dietary assessment**. Washington, DC, National Academy Press, 2000a, p.1-18.
89. INSTITUTE OF MEDICINE (IOM) – DRIs - **Dietary Reference Intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids**. Washington, DC, National Academy Press, 2004, 1357p.
90. INSTITUTE OF MEDICINE (IOM) – DRIs - **Dietary Reference Intakes for vitamin A, vitamin K, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc**. Washington, DC, National Academy Press, 2000b, s.12, p.1-47.
91. INSTITUTO NACIONAL DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO (INAN) – Pesquisa Nacional sobre Saúde e Nutrição. **Perfil de crescimento da população brasileira de 0 à 25 anos**. Brasília: INAN, 1990.

92. JACKSON, M.J., JONES, D.A., EDWARDS, R.H.Y. – Tissue zinc levels as an index of body zinc status. **Clin Physiol**, v.2, p.333-43, 1982.
93. JAHNS, L., ARAB, L., CARRIQUIRY, A., POPKIN, B.M. – The use of external within-person variance estimates to adjust nutrient intake distributions over time and across populations. **Publ Health Nutr**, v.8, p.69-76, 2005.
94. JANG, J.-T.; GREEN, J.B.; BEARD, J.L.; GREEN, M.H. – Kinetic analysis shows that iron deficiency decreases liver vitamin A mobilization in rats. **J Nutr**, v.130, p.1291-6, 2000.
95. JOHNSTON, P.E., HUNT, C.D., MILNE, D.B., MULLEN, L.K. – Homeostatic control of zinc metabolism in men: zinc excretion and balance in men fed diets low in zinc. **Am J Clin Nutr**, v.57, p.557–65, 1993.
96. KEILIN, D., MANN, J. - Carbonic anhydrase. Purification and nature of the enzyme. **Biochem J**, London, v.34, p.1163-76, 1940.
97. KENNEDY, E.T, OHLS, J., CARLSON, S., FLEMING, K. – The Healthy Eating Index: design and applications. **J Am Diet Assoc**, v.95, p.1103-8, 1995.
98. KESKIN, Y, MOSCHONIS, G., DIMITRIOU, M., SUR, S., KOCAOGLU, B., HAYRAN, O., MANIOS, Y. - Prevalence of iron deficiency among schoolchildren of different socio-economic status in urban Turkey. **Eur J Clin Nutr**, v.59, p.64-71, 2005.
99. KERSTING, M., ALEXU, U., SICHERT-HELLERT, W. – Dietary intake and food sources of minerals in 1 to 18 year old German children and adolescents. **Nutr Res**, v.21, p.607-16, 2001.

100. KING, J.C., KEEN, C.L. – Zinc. In: SHILS, M.E., OLSON, J.A., SHIKE, M., ROSS, A.C. eds. **Modern nutrition in health and disease**, 9th.ed. Baltimore:Williams & Williams, 1999, p.223-39.

101. KING J.C., SHAMES, D.M., LOWE, N.M., WOODHOUSE, L.R., SUTHERLAND, B., ABRAMS, S.A., TURNLUND, J.R., JACKSON, M.J. – Effect of acute zinc depletion on zinc homeostasis and plasma zinc kinetics in men. **Am J Clin Nutr**, v.74, p.116-24, 2001.

102. KING J.C., SHAMES, D.M., WOODHOUSE, L.R. – Zinc homeostasis in humans. **J Nutr**, v.130, p.1360S-6S, 2000.

103. KRISTENSEN M, JENSEN M, KUDSK J, HENRIKSEN M, MOLGAARD C. - Short-term effects on bone turnover of replacing milk with cola beverages: a 10-day interventional study in young men. **Osteoporos Int**, v.16, p.1803-8, 2005 (abstract).

104. KRITTAPHOL W., BAILEY K.B., PONGCHAROEN T., WINICHAGOON P., GIBSON R.S. - Low zinc, iron, and calcium intakes of Northeast Thai school children consuming glutinous rice-based diets are not exacerbated by high phytate. **Int J Food Sci Nutr**, v.57, p.520-8, 2006.

105. KUCZMARSKI, R.J., OGDEN, C.L., GUO, S.S., et al. - **2000 CDC growth charts for the United States: Methods and development**. National Center for Health Statistics (NCHS). Vital Health Stat, Maryland, 2002 [Series Report 11, n.246, 201p.]

106. KWUN, I.S., KWON, C.S. – Dietary molar ratios of phytate:zinc and lillimolar ratios of phytate x calcium:zinc in South Koreans. **Biol Trace Elem Res**, v.75, p.29-41, 2000.

107. LAZARUS, R., BAUR, L., WEBB, K., BLYTH, F. – Body mass index in screening for adiposity in children and adolescents: systematic evaluation using receiver operating characteristic curves. **Am J Clin Nutr**, Bethesda, v.63, p.500-6, 1996.
108. LOHMAN, T. – Skinfolds and body density and their relation to body fatness: a review. **Hum Biol**, v.53, p.181-225, 1981.
109. LONNERDAL, B. – Dietary factors influencing zinc absorption. **J Nutr**, Bethesda, v.130, p.1378S-83S, 2000.
110. LOPEZ-BLANCO, M., ESPINOZA, I., MACÍAS-TOMEI, C., BLANCO-CEDRES, L. – Maduración temprana: factor de riesgo de sobrepeso y obesidad durante la pubertad? **Arch Latinoam Nutr**, v.49, p.13-9, 1999.
111. LOWE, N.M., WOODHOUSE, L.R., SUTHERLAND, B. SHAMES, D.M., BURRI, B.J., ABRAMS, S.A., TURNLUND, J.R., JACKSON, M.J., KING, J.C. - Kinetic parameters and plasma zinc concentration correlate well with net loss and gain of zinc from men. **J Nutr**, v.134, p.2178–81, 2004.
112. MacDONALD, R.S. – The role of zinc in growth and cell proliferation. **J Nutr**, Bethesda, v.130, p.1500S-8S, 2000.
113. MacKENNA, A.A., ILICH, J.Z., ANDON, M.B., WANG, C., MATKOVIC, V. – Zinc balance in adolescent females consuming a low- or high-calcium diet. **Am J Clin Nutr**, v.65, p.1460-4, 1997.
114. MAIHARA, V.A. – **Avaliação do conteúdo de alguns elementos essenciais e tóxicos em dietas de crianças e idosos por análise por ativação com nêutrons**. São Paulo, 1996, 156p. [Tese de Doutorado, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo].

115. MALINA, R.M., KOZIEL, S., BIELICKI, T. - Variation in subcutaneous adipose tissue distribution associated with age, sex, and maturation. **Am J Hum Biol**, v.11, p.189-200, 1999.
116. MANZONI, P., BRAMBILLA, P., PIETROBELLI, L.B., BIANCHESSI, A., MORA, S., CHIUMELLO, G. – Influence of body composition on bone mineral content in children and adolescents. **Am J Clin Nutr**, v.64, p.603-7, 1996.
117. MARCONDES, E. et al – **Crescimento e desenvolvimento pubertário em crianças e adolescentes brasileiros**. I. Metodologia; II. Altura e Peso. São Paulo:Ed Brás de Ciências, 1982.
118. MARCONDES, E. et al – Estudo antropométrico de crianças brasileiras de 0 a 12 anos de idade. **Anais Nestlé**, v.84, 1970.
119. MARREIRO, D.N. – **Efeito da suplementação com zinco na resistência à insulina com mulheres obesas**. São Paulo, 2002, 109p. [Tese de Doutorado, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo].
120. MARREIRO, D.N., FISBERG, M., COZZOLINO, S.M.F. – Zinc nutritional status in obese children and adolescents. **Biol Trace Elem Res**, Totowa, v.86, p.107-22, 2002.
121. McCALL, K.A., HUANG, C., FIERKE, C.A. – Function and mechanism of zinc metalloenzymes. **J Nutr**, Bethesda, v.130, p.1378S-83S, 2000.
122. McCANCE, R.A., WIDDOWSON'S, E.M. – **The composition of foods**. 5^a ed. Royal Society of Chemistry and Ministry of Agriculture Fisheries and Food, 1991.

123. McDOWELL, M.A., FRYAR, C.D., HIRSCH, R., OGDEN, C.L. – Anthropometric Reference Data for Children and Adults: U.S. Population, 1999–2002. **Adv Data**, n.361, 2005.
124. MILLS, C.F. ed. - **Zinc in human biology**. London:Springer, 1989. 388p.
125. MOLINARI, L., LARGO, R.H., PREDER, A. – Analysis of the growth spurt at age seven (mid-growth spurt). **Helvetica Paediatr Acta**, v.35, p.325-34, 1980.
126. MONDINI, L. e MONTEIRO, C.A. – Mudanças no padrão de alimentação. In: MONTEIRO, C.A. – **Velhos e novos males da saúde no Brasil: a evolução do país e suas doenças**. São Paulo, 2^a. ed., 2000, p.79-89.
127. MONGE-ROJAS, R., BARRANTES, M., HOLST, I., NUNEZ-RIVAS, H., ALFARO, T., RODRIGUEZ, S., CUNNINGHAM, L., CAMBRONERO, P., SALAZAR, L., HERRMANN, F.H. - Biochemical indicators of nutritional status and dietary intake in Costa Rican Cabecar Indian adolescents. **Food Nutr Bull**, v.26, p.3-16, 2005.
128. MONTEIRO, P.O.A., VICTORA, C.G., BARROS, F.C., TOMASI, E. – Diagnóstico de sobrepeso em adolescentes: estudo do desempenho de diferentes critérios para o Índice de Massa Corporal. **Rev Saúde Publ**, v.34, p.506-13, 2000.
129. MONTEIRO, C.A., BENÍCIO, M.H. D'A., IUNES, R.F., GOUVEIA, N.C., CARDOSO, M.A.A. – Evolução da desnutrição infantil. In: MONTEIRO, C.A. – **Velhos e novos males da saúde no Brasil: a evolução do país e suas doenças**. São Paulo, 2^a. ed., 2000, p.93-114.
130. MORE, R.A.L., FRANCHB, A.A., GIL-CAMPOSC, M., TRABAZOD, R.L., SUÁREZE, V.M., LÓPEZA, A.M., VILLARESF, J.M.M., GINERG, M.C.P. -

Obesidad Infantil: Recomendaciones del Comité de Nutrición de la Asociación Española de Pediatría. Parte I. Prevención. Detección precoz. Papel del pediatra. **An Pediatr (Barc)**, v.65, p.607-15, 2006.

131. MORRISON, J.A., BARTON, B.A., OBARZANEK E., CRAWFORD, P.B., GUO,S.S., SCHREIBER. G.B. – Racial differences in the sums of skinfolds and percentage of body fat estimated from impedance in black and white girls, 9 to 19 years of age: The National Heart, Lung, and Blood Institute Growth and Health Study. **Obes Res**, v.9, p.297-305, 2001.

132. NATIONAL CHOLESTEROL EDUCATION PROGRAM (NCEP). Report of the expert panel on blood cholesterol levels in children and adolescents. **Pediatrics**, v.89, p.528-37, 1992.

133. NEUTZLING, M.B. – **Sobrepeso em adolescentes brasileiros: Brasil, PNSN - 1989**. São Paulo, 1998 (Dissertação de mestrado – Universidade Federal de São Paulo. Escola Paulista de Medicina), 107p.

134. NELMANN, C.G., BWIBO, N.O., MURPHY, S.P., SIGMAN, M., WHALEY, S., ALLEN, L.H., GUTHRIE, D., WEISS, R.E., DEMMENT, M.W. – Animal source foods improve dietary quality, micronutrient status, growth and cognitive function in Kenyan school children: background, study design and baseline findings. **J Nutr**, v.133(Suppl), p.3941S-9S, 2003.

135. NIELSEN, S., SIEGA-RIZ, A.M., POPKIN, B – Trends in energy intake in US between 1977 and 1996: similar shifts seen across age groups. **Obs Res**, v.10, p.370-8, 2002.

136. NINH, N.X., THISSEN, J.P., COLLETTE, L., GERARD, G., KHOI, H.H., KETELSLEGERS, J.M. – Zinc supplementation increases growth and circulating

- insulin-like growth factor I (IHF-I) in growth-retarded Vietnamese children. **Am J Clin Nutr**, v.63, p.514-9, 1996.
137. NOBMANN, E.D. - Knowledge of diet and anthropometry of Arctic children provides opportunities for improvement. **Internat J Circump Health**, v.64, p.2, 2005.
 138. O'DELL, BL – Bioavailability of trace elements. **Nutr Rev**, vol.42, p.301-8, 1984.
 139. OLIVARES, S., ALBALA, C., GARCIA, F., JOFRÉ, I. – Publicidad televisiva y preferencias alimentares en escolares de la Region Metropolitana. **Rer Méd Chile**, v.127, p.791-9, 1999.
 140. OLIVARES, S., KAIN, J., LERA, L., PIZARRO, F., VIO, F., MORO, C. - Nutritional status, food consumption and physical activity among Chilean school children: a descriptive study. **Eur J Clin Nutr**, v.58, p.1278-85, 2004.
 141. OLIVEIRA, C.L., FISBERG, M. - Obesidade na Infância e Adolescência - Uma Verdadeira Epidemia. **Arq Bras Endocrinol Metab**, v.47, p.107-8, 2003.
 142. OLIVEIRA, M.N.G., CEZAR, E.H.A., SOARES, E.A. – Comparison of the anthropometric assessment of adolescents of privileged and unprivileged social and economic levels. **Nutr Res**, v.20, p.1423-36, 2000.
 143. ÖNER, G., BHAUMICK, B., BALA, R.M. – Effect of zinc deficiency on serum somatomedin levels and skeletal growth in young rats. **Endocrinology**, v.114, p.1860-3, 1984 (Abstract).

144. PARISI, A.F., VALLEE, B.L. - Zinc metalloenzymes: characteristics and significance in biology and medicine. **Am J Clin Nutr**, Bethesda, v.22, p.1222-39, 1969.
145. PHILIPPI, S.T., SZARFARC, S.C., LATTERZA, A.R. – **Virtual Nutri Software**, versão 1.0 for windows. Departamento de Nutrição da Faculdade de Saúde Pública/ USP. São Paulo, 1996.
146. PRASAD, A.S – Zinc deficiency. **BMJ**, v.326, p.409-10, 2003.
147. PRASAD, A.S., MIALE JR., A., FARID, Z., SANDSTEAD, H.H., SCHULERT, A.R. - Zinc metabolism in patients with the syndrome of iron deficiency anemia, hepatosplenomegaly, dwarfism, and hypogonadism. **J Lab Clin Med**, St. Louis, v.61, p.537-49, 1963.
148. 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.
149. QUETELET, L.A.J. – **Anthropométrie ou mesure des différentes facultes de l'homme**. Brussels: Muquerdts, 1871, p.479.
150. QUIROS-TEJEIRA, R.E., RIVERA, C.A., ZIBA, T.T., MEHTA, N., SMITH, C.W., BUTTE, N.F. – Risk for nonalcoholic fatty liver disease in Hispanic youth with BMI $\geq$ 95th. **J Pediatr Gastroenterol Nutr**, v.44, p.228-36, 2007.
151. REMSBERG, K.E., DEMERATH, E.W., SCHUBERT, C.M., CHUMLEA, W.C., SUN, S.S., SIERVOGEL, R.M. - Early menarche and the development of cardiovascular disease risk factors in adolescent girls: The fels longitudinal study. **J Clin Endocrinol Metab**, v.90, p.2718-24, 2005.

152. REYNOLDS, E.L., WINES, J.V. – Individual differences in physical changes associated with adolescence in girls. **Am J Disease Child**, v.75, p.329-50, 1948.
153. REYNOLDS, E.L., WINES, J.V. – Physical changes associated with adolescence in boys. **Am J Disease Child**, v.82, p.529-47, 1951.
154. ROCHE, A.F., TYLESHEVSKI, F., ROGERS, E. – Non-invasive measurements of physical maturity in children. **Res Quarterly Exe Sport**, v.54, p.364-71, 1983.
155. RODRIGUEZ, M.P., NARISANO, A., DEMCZYLO, V., CID, A. – A simpler method for the determination of zinc human plasma levels by flame atomic absorption spectrophotometry, **At Spectrosc**, Norwalk, v.10, p.68-70, 1989.
156. ROGOL, A.D., CLARKE, P.A., ROEMMICH, J.N. – Growth and pubertal development in children and adolescents: effects of diet and physical activity. **Am J Clin Nutr**, Bethesda, v.72(suppl), p.521S-8S, 2000.
157. ROLLAND-CACHERA, M.F., COLE, T.J., SEMPÉ, M., TICHET J., ROSSIGNOL, C., CHARRAUD, A. – Body mass index variations: centiles from birth to 87 years. **Eur J Clin Nutr**, v.45, p.13-21, 1991.
158. ROSADO, J.L., LOPEZ, P., MORALES, M., MUNOZ, E., ALLEN, L.H. – Bioavailability of energy, nitrogen, fat, zinc, iron and calcium from rural and urban Mexican diets. **Br J Nutr**, v.68, p.45-58, 1992.
159. ROSENBAUM M, LEIBEL RL. - Clinical review 107: Role of gonadal steroids in the sexual dimorphisms in body composition and circulating concentrations of leptin. **J Clin Endocrinol Metab**, v.84, p.1784-9, 1999.

160. SACKETT, D., HAYNES, R., TUGWELL, P. – **Clinical epidemiology: a basic science for clinical medicine**. Boston:Little, Brown and Company, 1985.
161. SANDSTRÖM B, ARVIDSSON B, CEDERBLAD A, BJORN-RASMUSSEN E. - Zinc absorption from composite meals, I: the significance of wheat extraction rate, zinc, calcium, and protein content in meals based on bread. **Am J Clin Nutr**, v.33, p.739-45, 1980.
162. SANDSTRÖM B, CEDERBLAD A - Zinc absorption from composite meals, II: influence of the main protein source. **Am J Clin Nutr**, v.33, p.1778-83, 1980.
163. SANTOS, H.G., SARDINHA, F.A.A., COLLI, C. - Zinco eritrocitário (validação de um método de análise) e Zinco dietético na avaliação do estado nutricional de mulheres adultas. **Rev Bras Cien Farmac: Braz J Pharmac Sci**, v.41, p. 205-13, 2005.
164. SAHOTA, P., RUDOFF, M., DIXEY, R., HILL, A, BARTH, J., CADE, J – Randomised controlled trial of primary school based intervention to reduce risk factors for obesity. **BMJ**, v.323, p.1-5, 2001
165. SAITO, M.I. – **Menarca e variáveis antropométricas em adolescentes brasileiras**. São Paulo, 1985 (Dissertação de mestrado - Faculdade de Medicina – USP).
166. SAZAWAL, S., BLACK, R.E., BHAN, M.K., BHANDARI, N., SINHA, A., JALLA, S. - Zinc supple-mentation in young children with acute diarrhea in India. **N Eng J Med**, v.338, p.839-44, 1995 (abstract).
167. SCHLEGEL-ZAWADZKA, M., ZACHWIEJA, Z., HUZIOR-BAAJEWICZ, A., PIETRZYK, J.J. – Comparative analysis of zinc status, food products' frequency

intake and food habits of 11-year-old healthy children. **Food Add Contam**, v.19, p.963-68, 2002.

168. SHARMA, K., TALWAR, I., SHARMA, N. – Age at menarche in relation to adult body size and physique. **Ann Hum Biol**, v.15, p.431-4, 1988.
169. SHERRY, B., MILLER, D.S., WILCOX, W.D., NIEBURG, P., HUGLES, M.S., YIP, R. – The nature of low anthropometry among low-income children screened in clinical settings. **Nutr Res**, v.20, p.1689-96, 2000.
170. SIAN, L., MINGYAN, X., MILLER, L.V., TONG, L., KREBS, N.F., HAMBIDGE, K.M. - Zinc absorption and intestinal losses of endogenous zinc in young Chinese women with marginal zinc intakes - **Am J Clin Nutr**, v.63, p.348-53, 1996.
171. SILVA, M.V. – A trajetória do Programa de Merenda Escolar (1954-1994) e o estado nutricional de crianças brasileiras. **Cad Nutr**, v.11, p.31-49, 1996.
172. SLAUGHTER, M.H., LOHMAN, T.G., BOILEAU, R.A., HORSWILL, C.A., STILLMAN, R.J., VAN LOAN, M.D., BEMBEN, D.A. – Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. **Hum Biol**, v.60, p.709-23, 1988.
173. SOUTHGATE, DAT – Effect of dietary fibre on the bioavailability of nutrients. **Bioavailability**, vol.1, p.128-38, 1993.
174. STEFANINI, M.L.R., COLLI, C., LERNER, B.R., LEI, D.L.M., SANDRA P. CHAVES, S.P., DI PIETRO, M.S., OLIVEIRA, A.A.M., SZARFARC, S.C. - Anemia e Desnutrição em Escolares da Rede Pública do Município de Osasco, São Paulo, Brasil. **Cad. Saúde Públ**, Rio de Janeiro, v.11, p.439-47, 1995.

175. SULLIVAN, V.K., BURNETT, F.R., AND COUSINS, R.J. - Metallothionein Expression Is Increased in Monocytes and Erythrocytes of Young Men during Zinc Supplementation. **J Nutr**, v.128, p.707–13, 1998.
176. TANNER, J.M. – **Growth at adolescence**. Oxford:Blackwell Scientific Publications, 1962.
177. TANNER, J.M., WHITEHOUSE, R.H. – Clinical longitudinal standards for height, weight, height velocity, weight velocity, and stages of puberty. **Arch Dis Child**, v.51, p.170-9, 1976.
178. TANNER, J.M., WHITEHOUSE, R.H. – Revised standards for triceps and subscapular skinfolds in British children. **Arch Dis Child**, v.50, p.142-5, 1975.
179. THANE, C.W., BATES, C.J., PRENTICE, A. - Zinc and vitamin A intake and status in a national sample of British young people aged 4–18 y. **Eur J Clin Nutr**, v.58, p.363–75, 2004.
180. TIRAPEGUI, J., FUKUSHIMA, E., GRIMALDI, G. - Growth, somatomedin and nutrition. **Arch Latinoam Nutr**, v.43, p.94-104, 1993.
181. TUCKER, K.L. – Does milk intake in childhood protect against later osteoporosis? **Am J Clin Nutr**, v.77, p.10-11, 2003.
182. UAUY R, ALBALA C, KAIN J. - Obesity trends in Latin America: transiting under-to overweight. **J Nutr**, v.131, p.893S-9S, 2001.
183. UMETA, M., WEST, C.E., HAIDAR, J. DEURENBERG, P., HAUTVAST, J.G.A,J, - Zinc supplementation and stunted infants in Ethiopia: a randomized controlled trial. **Lancet**, v.355, p.2021-6, 2000.

184. URBANO, M.R.D., VITALLE, M.S.S., JULIANO, Y., AMÂNCIO, O.M.S. - Ferro, cobre e zinco em adolescentes no estirão pubertário **J. Pediatr**, Rio de Janeiro, v.78, p.327-34, 2002.
185. VALLEE, B.L., GALDES, A. – The metallobiochemistry of zinc enzymes. **Adv Enzymol**, v.56, p.383-429, 1984.
186. van DOKKUM W. - Significance of iron bioavailability for iron recommendations. **Biol Trace Elem Res**, v.35, p.1-11, 1992.
187. van VENROOIJ-IJSSELMUIDEN – Mixed longitudinal data on height, weight, limb circumferences and skinfold measurements of Dutch children, **Hum Biol**, v.50, p.369-84, 1978.
188. VASKONEN, T. – Dietary minerals and modification of cardiovascular risk factors. **J Nutr Biochem**, v.14, p.492-506, 2003.
189. VITALLE, M.S.S., TOMIOKA, C.Y., JULIANO, Y., AMANCIO, O.M.S. - Anthropometry, pubertal development and their relationship with menarche. **Rev Assoc Med Bras**, v.49, p.429-33, 2003.
190. VITERI, F.E., GONZALEZ, H. - Adverse outcomes of poor micronutrient status in childhood and adolescence. **Nutr Rev**, v.60(suppl), p.77S-83S, 2002.
191. VOBECKY, J.S., GRANT, A.M., LAPLANTE, P., DAVID, P., VOBECKY, J. – Hypercholesterolaemia in childhood: repercussions in adulthood. **Eur J Clin Nutr**, v.47(Suppl), p.47S-56S, 1993.
192. WALKER, A.R.P. – Disorders/ disease of nature and nurture: How can public health be best advanced? **Nutr Res**, v.20, p.387-402, 2000.

193. WANG, Y. - Is obesity associated with early sexual maturation? A comparison of the association in American boys versus girls. **Pediatrics**, v.110, p.903-10, 2002.
194. WASTNEY, M.E.; AAMODT, R.L.; RUMBLE, W.F.; HENKIN, R.I. – Kinetic analysis of zinc metabolism and its regulation in normal humans. **Am J Physiol**, v.251, p.398-408, 1986.
195. WEISS, G.H.; SLUSS, P.M.; LINKE, C.A. - Changes in urinary magnesium, citrate, and oxalate levels due to cola consumption. **Urology**, v.39, p.331-3, 1992 (abstract).
196. 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.
197. WHITING, S.J.; VATANPARAST, H.; BAXTER-JONES, A.; FAULKNER, R.A.; MIRWALD, R.; BAILEY, D.A. - Factors that affect bone mineral accrual in the adolescent growth spurt. **J Nutr**, v.134 (Suppl), p.696S-700S, 2004 (abstract).
198. WOOD, R.J.; ZHENG, J.J. – High dietary calcium intakes reduce zinc absorption and balance in humans. **Am J Clin Nutr**, v.65, p.1803-09, 1997.
199. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) - **The use and interpretation of anthropometry**. Geneva:WHO, 1995. [Technical Report Series, n. 854].
200. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) – **Nutrition in adolescence: Issues and Challenges for the Health Sector – Issues in Adolescent Health and Development**. Geneva:WHO, 2005, 123p.

201. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) - **Programming for Adolescent Health and Development**. Geneva:WHO, 1999. [Technical Report Series, n. 886].

202. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) - **Trace elements in human nutrition and health**. Geneva: WHO, 1996, 361p.

203. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) – Zinc. In: **Vitamin and mineral requirements in human nutrition**. 2a.ed. Geneva: WHO, 2004, cap.12, p.230-45.

204. WRIGHT J, G.M. - **The Obesity Epidemic: Science, Morality And Ideology**. London:Routledge, 2005, 218p.

205. YOKOI, K.; EGGER, N.G.; RAMANUJAM, V.M.S.; ALCOCK, N.W.; DAYAL, H.H.; PENLAND, J.G.; SANDSTEAD, H.H. - Association between plasma zinc concentration and zinc kinetic parameters in premenopausal women. **Am J Physiol Endocrinol Metab**, v.285, p.1010-20, 2003.

206. YUYAMA, L.K.O.; YONEKURA, L.; AGUIAR, J.P.L.; RODRIGUES, M.L.C.F.; COZZOLINO, S.M.F. – Zinco. In: COZZOLINO, S.M.F. - **Biodisponibilidade de nutrientes**. 2ª.ed., Barueri/ SP:Manole. 2007, cap.27, p.549-74.

207. ZIJP, I.M.; KORVER, O.; TIJBURG, L.B. Effect of tea and other dietary factors on iron absorption. **Crit Rev Food Sci Nutr**, v.40, p.371-98, 2000 (abstract).