UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS DE RIBEIRÃO PRETO

**Avaliação da concentração de elementos químicos essenciais na merenda
escolar de crianças da cidade de Ribeirão Preto e estimativa de suas
ingestões**

Rodolfo de Freitas

Ribeirão Preto
2013

RODOLFO DE FREITAS

**Avaliação da concentração de elementos químicos essenciais na merenda
escolar de crianças da cidade de Ribeirão Preto e estimativa de suas
ingestões**

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-graduação em Toxicologia
da Universidade de São Paulo para obtenção
de título de Mestre em Ciências

Área de concentração: Toxicologia

Orientado: Rodolfo de Freitas

Orientador: Prof. Dr. Fernando Barbosa Junior

Ribeirão Preto
2013

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTES TRABALHOS, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Freitas, Rodolfo

Avaliação da concentração de elementos químicos essenciais na merenda escolar de crianças da cidade de Ribeirão Preto e estimativa de suas ingestões. Ribeirão Preto, 2013. 50p; 30 cm.

Dissertação de Mestrado, apresentada a Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto/USP
Área de concentração: Toxicologia.

Orientador: Barbosa Junior, Fernando.

1. Ingestão diária. 2. Elementos químicos essenciais. 3. Merenda.

FREITAS, Rodolfo

Avaliação da concentração de elementos químicos essenciais na merenda escolar de crianças da cidade de Ribeirão Preto e estimativa de suas ingestões

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-graduação de Toxicologia da
Universidade de São Paulo para obtenção do
título de Mestre em Ciências

Orientador: Prof. Dr. Fernando Barbosa Júnior

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. _____
Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____
Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____
Instituição: _____ Assinatura: _____

Dedico este trabalho a meus pais, que são meu porto seguro, por sempre acreditarem, incentivarem e me darem todo o suporte e apoio necessário para que eu estivesse aqui hoje.

AGRADECIMENTOS

Por vezes, paro e penso como sou uma pessoa de sorte por sempre encontrar na vida outras pessoas que me ajudam nas diversas caminhadas. Seria ilusão pensar que caberia aqui o nome de todas que contribuíram na caminhada que ora se encerra, deste modo obrigado a todos que passaram um dia pelos meus caminhos, de alguma forma, vocês contribuíram para que eu estivesse aqui. E agradeço, também, aos que contribuíram de forma direta para a realização deste trabalho:

Ao Prof. Dr. Fernando Barbosa pela oportunidade, pela orientação e paciência com que teve durante esse tempo.

À Secretaria de Educação de Ribeirão Preto pela autorização de coleta de amostras utilizadas neste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro fornecido durante mestrado.

Aos funcionários da Cozinha Piloto, Vigílio Salata e Alaor Galvão que sempre foram prestativos e educados. Em especial, a nutricionista Fernanda por todo o respaldo teórico dado durante o desenvolvimento do trabalho e as funcionárias da cozinha da escola Vigílio Salata pela simpatia e pelos divertidos almoços.

À Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto e todos seus funcionários, em especial ao Sr. Odilon, motorista que nos conduzia aos pontos de coleta e as secretárias Rosana e Rosemary pela atenção dedicada.

À minha companheira direta de trabalho e amiga Letícia. Por toda a ajuda prática, teórica e principalmente pela paciência. Uma pessoa fantástica que, talvez eu nunca consiga agradecer por este tempo de convívio e troca de experiências.

Aos amigos Bruno, Denise e Maria Fernanda que sempre estiveram presentes orientando, corrigindo, aconselhando e também nos momentos de descontração.

À técnica e amiga de laboratório Vanessa pelo apoio e troca de experiências, durante este período.

Aos amigos de laboratório, Gustavo, Juliana, Vívian, Vinícius, Airton, Renan, Katia e Samuel pelas opiniões, ajudas e pela companhia.

À minha família que me incentiva e apoia nas minhas decisões. Aos meus pais que são os amigos com quem sempre posso contar e pelo amor que dedicam aos seus filhos. Aos meus irmãos, Diego e Caroline, que me ensinam a dividir, a conviver e a amar.

À minha namorada Flávia por todos estes anos de amor, carinho e apoio. A pessoa que me escuta, me aconselha e completa a minha vida.

Ao meu primo, amigo e companheiro de moradia, Luiz Carlos Júnior, que encerra mais uma etapa comigo, mas que sei que sempre estará presente na minha vida.

Aos meus familiares, avós, tios e primos, pelo incentivo, carinho e orações.

Aos companheiros de moradia, Willian, Roberto, Alex e Antônio, pela companhia e aprendizados de convivência.

E agradeço a Deus, por ter colocado todas estas pessoas em minha vida, que contribuíram para meu crescimento enquanto ser humano.

*“A felicidade só é verdadeira quando
compartilhada.”*

Christopher McCandless

RESUMO

FREITAS, R. Avaliação da concentração de elementos químicos essenciais na merenda escolar de crianças da cidade de Ribeirão Preto e estimativa de suas ingestões. 2013. 50f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2013.

Para uma alimentação saudável, os alimentos consumidos devem conter quantidades adequadas de vários nutrientes. Atualmente, devido às interferências humanas na produção e comercialização de alimentos, os consumidores são incapazes de precisar a composição química e podem não estar ingerindo a quantidade correta de nutrientes. Neste sentido, se faz necessário o monitoramento da composição química dos alimentos e a estimativa de ingestão diária (WHO, 2005b). Deste modo, o objetivo deste trabalho foi, determinar a concentração dos elementos químicos essenciais fósforo (P), zinco (Zn), cálcio (Ca), ferro (Fe), sódio (Na), potássio (K), manganês (Mn), cobalto (Co) e selênio (Se) e a estimativa de ingestão diária no almoço de crianças em idade escolar através dos alimentos fornecidos pela Prefeitura de Ribeirão Preto. A metodologia utilizada no trabalho foi de dupla dieta, no qual os alimentos analisados estão prontos para o consumo. As merendas foram fornecidas por duas escolas municipais (infantil e ensino fundamental) e a cozinha piloto e, foram coletadas durante todos os dias letivos dos meses de março, junho, agosto e novembro de 2011. Os alimentos coletados foram congelados e liofilizados para posterior análise. As análises foram feitas utilizando a espectrometria de massas com plasma acoplado (ICP-MS) com prévia digestão ácida das amostras em ácido nítrico (HNO₃)/peróxido de hidrogênio (H₂O₂). Os alimentos foram avaliados nas categorias arroz, feijão, carnes e verduras/ legumes. A ingestão média de P, Zn, Ca, Fe, Na, K, Mn, Co e Se foi, respectivamente, de 219 mg, 2,3 mg, 67,9 mg, 2,1 mg, 0,39 g, 0,62 g, 0,5 mg, 2,7 µg e 7,1 µg na escola de ensino infantil e foi respectivamente de 310 mg, 3,3 mg, 89,7 mg, 2,9 mg, 0,52 g, 0,80 g, 0,68 mg, 3,7 µg e 10,1 µg na escola de ensino fundamental. Foi avaliada, ainda, a variação da concentração destes elementos entre os locais de coletas de amostras e entre os períodos de coleta. As carnes foram as amostras em que ocorreram maiores variações estatísticas ($p < 0.05$) entre os elementos estudados, provavelmente devido a associação de verduras e legumes nessas preparações em uma das escolas. Na avaliação sazonal os legumes e verduras apresentaram maior variação estatística nas concentrações dos elementos no decorrer do ano de coleta.

Palavras chaves: ingestão diária, elementos químicos essenciais, potássio, zinco, cálcio, ferro, sódio, fósforo, cobalto, manganês, selênio, crianças, merenda escolar.

ABSTRACT

FREITAS, R. **Determination of essential chemical elements in children's school meals in the city of Ribeirão Preto and their estimated intakes.** 2013. 50p. Dissertation (Master) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2013.

For a healthy eating, foods eaten should contain adequate amounts of various nutrients. Currently, due to human interference in the production and marketing of foods, consumers are unable to specify the chemical composition and cannot be ingesting the correct amount of nutrients. In this sense, it is necessary to monitor the chemical composition of foods and estimated daily intake (WHO, 2005b). Thus, the objective of this study was to determine the concentration of the essential elements phosphorus (P), zinc (Zn), calcium (Ca), iron (Fe), sodium (Na), potassium (K), manganese (Mn), cobalt (Co) and selenium (Se) and the estimated daily intake at lunch to school children through food provided by the city hall of Ribeirão Preto. The methodology used in this study was double-diet, where the foods analyzed are ready for consumption. The meals provided by two local schools and the kitchen pilot were collected during all school days in March, June, August and November of 2011. The food collected was frozen and lyophilized for further analysis. The analyzes were performed using inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) after the acid digestion with nitric acid (HNO₃) and hydrogen peroxide (H₂O₂) of the samples. The foods were evaluated in the categories: rice, beans, meat and vegetables. The average intake of P, Zn, Ca, Fe, Na, K, Mn, Co e Se was respectively 219 mg, 2.3 mg, 67.9 mg, 2.1 mg, 0.39 g, 0.62 g, 0.5 mg, 2.7 µg e 7.1 µg in elementary school children and was respectively 310 mg, 3.3 mg, 89.7 mg, 2.9 mg, 0.52 g, 0.80 g, 0.68 mg, 3.7 µg e 10.1 µg in middle school. Was also evaluated the variation of the concentration of these elements between the sample collection sites and between sampling periods. The meats were a category in which there were more cases of statistically significant differences ($p < 0.05$) between the elements studied, due to association of vegetables in these preparations at one of the schools. In assessing the seasonal, the vegetables had higher statistical variation in the concentrations of the elements throughout the year collecting.

Keywords: daily intake, essential elements, potassium, zinc, calcium, iron, sodium, phosphorus, cobalt, manganese, selenium, children, school meals.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Concentrações de elementos essenciais nas diferentes classes de alimentos coletados conforme a sazonalidade. <i>ANOVA</i> de uma via seguida de <i>Tukey</i> . (*) estatisticamente diferente $p (< 0,05)$.)	32
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Média da umidade dos alimentos coletados.....	16
Tabela 2	Programa de Aquecimento -Forno Microondas.....	16
Tabela 3	Comparação dos valores certificados dos Materiais de Referência (MR) e dos valores encontrados para elementos essenciais	18
Tabela 4	Consumo de alimentos per capita por dia(g).....	19
Tabela 5	Média das concentrações dos elementos essenciais Ca, P, K, Na, Fe, Mn, Zn, Co, Se nos alimentos coletados em diferentes pontos de coleta.....	21
Tabela 6	Concentração média $\pm$ Desvio Padrão dos elementos essenciais nas diferentes categorias de alimentos em cada ponto de coleta.....	28
Tabela 7	Estimativa da ingestão dos elementos essenciais Ca, P, K, Na, Fe, Mn, Zn, Co, Se no almoço de escolares do CEI da rede municipal de ensino de Ribeirão Preto - SP e contribuição na ingestão diária.....	37
Tabela 8	Estimativa da ingestão dos elementos essenciais Ca, P, K, Na, Fe, Mn, Zn, Co, Se no almoço de escolares do CEMEI da rede municipal de ensino de Ribeirão Preto - SP e contribuição na ingestão.....	38

LISTA DE SIGLAS

OMS	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
PNAN	Política Nacional de Alimentação e Nutrição
PAS	Política de Alimentação Saudável
SISVAN	Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional
ENPACS	Estratégia Nacional Para Alimentação Complementar Saudável
TACO	Tabela de Composição Alimentar
NEPA	Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
PNAE	Programa Nacional de alimentação escolar
FNDE	Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
CEI	Centro Educacional Infantil
EMEI	Escolas Municipais de Educação Infantil
EMEF	Escolas Municipais de Ensino Fundamental
CAE	Conselho de Alimentação Escolar
DD	Dupla Dieta
ECM	Estudo de Cesta de Mercado
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
POF	Programa de Orçamento Familiar
NIST	National Institute of Standards and Technology
CEMEI	Centro Municipal de Educação Infantil
PTFE	Politetrafluoretileno
ICP-MS	Espectrômetro de Massas com plasma indutivamente acoplado
VS	Vigílio Salata
CP	Cozinha Piloto
AG	Alaor Galvão

LISTA DE SÍMBOLOS

HNO_3	Ácido nítrico
H_2O_2	Peróxido de hidrogênio
min	Minutos
W	Watts
°C	Celsius

Sumário

Resumo	i
Abstract	ii
Lista de Figuras.....	iii
Lista de Tabelas	iv
Lista de Siglas.....	v
Lista de Símbolos	vi
1. Introdução	1
1.1 Alimentação saudável no Brasil.....	2
1.2 Alimentação escolar	3
1.3 Alimentação escolar em Ribeirão Preto	3
1.4 Cardápios	4
1.5 Importância da alimentação para crianças em idade escolar	4
1.6 Elementos químicos essenciais	5
1.7 Ingestão diária de elementos químicos essenciais	6
1.7.1 Metodologias utilizadas em estudos de ingestão diária.....	6
1.7.2 Estudos da composição de dieta no Brasil	8
2. Objetivos	11
3. Material e Métodos	12
3.1 Equipamentos	12
3.2 Reagentes e Soluções	12
3.2.1 Materiais de Referência	13
3.3 Metodologia	13
3.3.1 Dupla Dieta	13
3.3.2 Coleta das amostras de alimentos	14
3.4 Preparo das amostras	15
3.5 Determinação das concentrações dos elementos essenciais	17
3.6 Análise do Material de Referência.....	17
3.7 Análise estatística.....	17
3.8 Cálculo da ingestão de elementos químicos essenciais.....	18
4. Resultados e Discussão.....	20
4.1 Estudo da influência dos pontos de coleta na concentração de elementos essenciais	26

4.2 Estudo da influência da sazonalidade na concentração de elementos essenciais	30
4.3 Cálculo da Ingestão de elementos essenciais no almoço	36
5. Conclusão	42
6. Referências bibliográficas.....	43
Anexos	47

1. Introdução

Através da alimentação os seres vivos adquirem os nutrientes necessários para a manutenção das diversas funções metabólicas do organismo. Os nutrientes são substâncias presentes nos alimentos e que desempenham funções importantes no organismo. As classes de nutrientes são: proteínas, gorduras, carboidratos, vitaminas, minerais. Com exceção do leite materno, no caso de lactentes, nenhum alimento é completo nutricionalmente (FRANCESCHINI, 2005).

Para uma alimentação saudável, a dieta, ou seja, o conjunto de alimentos consumidos deve conter quantidades adequadas dos variados nutrientes. Para tanto, é importante que sejam conhecidas as composições químicas dos alimentos, de modo que o balanço nutricional seja respeitado evitando deficiências por falta de ingestão ou toxicidade por excesso (WHO, 2005b).

Atualmente, devido às interferências humanas na produção e comercialização de alimentos, os consumidores são incapazes de precisar a composição química dos alimentos e, por isso, estão expostos a produtos tóxicos e/ou a alimentos deficientes nutricionalmente. Com isso, se faz necessário o monitoramento da composição química dos alimentos e dos produtos utilizados ao longo da preparação e comercialização dos mesmos (WHO, 2005b). Esse conhecimento é fundamental para se alcançar a segurança alimentar e nutricional.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) destaca a necessidade de se monitorar os produtos químicos presentes nos alimentos, de modo que os consumidores possam ter informações sobre o que está sendo consumido, e ainda considera que a proteção à dieta é essencial para a saúde pública de todo o país. Desse modo, vem encorajando estudos sobre a dieta. Esses estudos são desenvolvidos para que se possa estimar a concentração dos produtos químicos, sejam eles contaminantes ou nutrientes, artificial ou naturalmente presentes na dieta de determinado país ou grupo populacional. Nestes estudos os alimentos são selecionados

com base na estimativa do consumo alimentar de cada país ou grupo, em seguida são processados como que para o consumo. Então são analisados e como resultado tem-se a concentração dos produtos presentes. (WHO, 2005b).

1.1 Alimentação Saudável no Brasil

No Brasil, a questão da alimentação saudável tem sido tratada com relativo empenho. O Ministério da Saúde trabalha a alimentação saudável para a promoção da saúde e para a prevenção de doenças. Para tal, conta com a Política Nacional de Alimentação e Nutrição (PNAN) que coordena ações, como a Política de Alimentação Saudável (PAS), o Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional (SISVAN), e a Estratégia Nacional Para Alimentação Complementar Saudável (ENPACS), que visam estimular hábitos saudáveis, incentivar a pesquisa científica, promover políticas públicas de apoio à questão, realizar inquéritos populacionais, trabalhar indicadores de saúde e nutrição, orientar os serviços de saúde e apoiar a ação da comunidade. Além destes, conta com o Programa Bolsa Família que tem como objetivo a transferência de renda para combate a fome e a miséria (FNDE, 2009a; 2009b).

Tendo em vista a importância do conhecimento da composição dos alimentos consumidos no Brasil, um projeto piloto chamado “Tabela Brasileira de Composição de Alimentos” (TACO, 2011), coordenado por pesquisadores da Universidade de Campinas desenvolveu uma base de dados com a composição nutricional dos alimentos nacionais e de preparações típicas regionais. Esse trabalho foi iniciado em 1996 pelo Núcleo de Estudos e Pesquisa em Alimentação da Universidade Estadual de Campinas (NEPA/UNICAMP). Além disso, o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) do Governo Federal, ligado ao Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), busca atender as necessidades nutricionais dos alunos durante sua permanência em sala de aula, promovendo a formação de hábitos alimentares saudáveis.

1.2 Alimentação Escolar

O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) foi implantado pelo Governo Federal em 1955, e garante, pela transferência de recursos financeiros, a alimentação escolar dos alunos da educação básica (educação infantil, ensino fundamental, ensino médio e educação de jovens e adultos) que estão matriculados em escolas públicas e filantrópicas. O objetivo é atender as necessidades nutricionais dos alunos em sala de aula, contribuindo para o crescimento, o desenvolvimento, a aprendizagem, o rendimento escolar e a formação de hábitos alimentares saudáveis.

A Constituição Federal coloca que é dever do Estado (União, Estados e Municípios) com a educação assegurar o atendimento em creche e pré-escola às crianças de zero a cinco anos de idade e o "atendimento ao educando em todas as etapas da educação básica por meio de programas suplementares de material didático-escolar, transporte, alimentação e assistência à saúde". (Brasil, 2006).

O repasse financeiro é realizado aos estados e municípios, com base no censo escolar do ano anterior, e são estes que administram órgãos que cuidam da confecção dos cardápios, compra e preparo dos alimentos.

Além disso, segundo a Lei 11.947/2009, trinta por cento da verba destinada a merenda escolar deve ser investida na compra direta de produtos da agricultura familiar, essa medida estimula o desenvolvimento econômico da comunidade (Brasil, 2009).

1.3 Alimentação Escolar em Ribeirão Preto – SP

No Município de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo, são oferecidas, aos alunos da rede municipal de ensino, cerca de 40.000 refeições/dia. Estas refeições estão distribuídas entre o desjejum, lanche da manhã, almoço, lanche da tarde, jantar ou lanche noturno. O

programa atende 27 Centros de Educação Infantil (CEIs), 36 Escolas Municipais de Educação Infantil (EMEIs), 26 Escolas Municipais de Ensino Fundamental (EMEFs), 02 escolas de ensino profissionalizantes e outras escolas conveniadas.

1.4 Cardápios

Segundo a Resolução 38 de 16 de Julho de 2009, os cardápios preparados devem atender 20% das necessidades nutricionais dos escolares matriculados em período parcial, e 70% das necessidades dos matriculados em período integral.

Na rede municipal de ensino de Ribeirão Preto, os cardápios são elaborados por nutricionistas habilitados e são acompanhados pelo Conselho de Alimentação Escolar (CAE), um órgão fiscalizador, composto por representantes do Poder Executivo, das entidades de docentes, discentes ou trabalhadores da área da educação, de pais de alunos e de entidades civis organizadas.

Para a elaboração dos cardápios são considerados os hábitos alimentares da região, os horários das refeições, o valor *per capita* subsidiado, a faixa etária atendida, as facilidades de preparo, o sabor agradável, a boa apresentação, a aceitabilidade, a época de safra, a viabilidade da estrutura física e de pessoal e condições higiênico-sanitárias.

1.5 Importância da Alimentação para Crianças em Idade Escolar

A infância é um período caracterizado pelo rápido crescimento e desenvolvimento físico, biológico, imunológico e mental (Oliveira, 2009). A dieta é essencial neste momento da vida, a baixa ingestão ou a redução da biodisponibilidade de nutrientes pode levar a deficiências e a disfunções metabólicas induzidas pela dieta (Polliti, 1990)

Os elementos químicos essenciais, por exemplo, estão envolvidos em funções importantes do organismo como a mineralização óssea, reações enzimáticas, secreção de hormônios, proteção de células e lipídios de membrana (Anderson, 2005).

O desequilíbrio nutricional nesta fase da vida pode refletir em algum risco futuro à saúde, e tem sido relacionado com o aumento do risco de isquemia cardíaca, hipertensão, diabetes, hipercolesterolemia e obesidade em adultos (Aggett, 2004,). Pode-se supor que, para tais problemas se desenvolverem, a ingestão de nutrientes e componentes alimentares teria de exceder a capacidade homeostática sistêmica e os mecanismos adaptativos (Aggett, 2004). Um exemplo disto é a relação da ingestão de sódio com a elevação pressão sanguínea, que leva anos de desenvolvimento (Geleijnse, 1996).

As deficiências nutricionais e a saúde precária em crianças em idade escolar estão entre as causas da baixa escolaridade, das freqüentes faltas, do abandono e do baixo rendimento escolar (Pollitt, 1990).

Programas de café da manhã escolar, por exemplo, melhoram a freqüência e diminuem o atraso, além disso, parecem ser uma medida eficaz para melhorar o desempenho acadêmico e o funcionamento cognitivo entre populações subnutridas (Taras, 2005). As evoluções reportadas em alguns estudos são na fluência verbal, em testes de aritmética, testes de atenção, testes de memória, criatividade, resistência física, desenvolvimento acadêmico e cognição (Chandler *et al*, 1995; Grantham-McGregor *et al*, 1998; Abalkhail *et al*, 2002).

1.6 Elementos químicos essenciais

O critério de essencialidade para a saúde humana é que a ausência ou deficiência de elementos na dieta produzem tanto anormalidades funcionais quanto estruturais e essas anormalidades estão relacionadas a alterações bioquímicas específicas que podem ser revertidas pela presença do metal (WHO, 2006).

Vários elementos químicos são considerados essenciais. Estes elementos são classificados em macrominerais, microminerais (elementos traço) e ainda elementos ultra-traço. Os macrominerais são essenciais para adultos em quantidades iguais ou superiores a 100 mg/dia, são eles: cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), enxofre (S), sódio (Na), cloro (Cl) e potássio (K). Os microminerais são requeridos em quantidades menores que 15 mg/dia, incluindo: ferro (Fe), zinco (Zn), flúor (F) e cobre (Cu). Os elementos ultra-traço são necessários em pequenas quantidades na ordem de microgramas/dia ($\mu\text{g}/\text{dia}$). São eles: iodo (I), selênio (Se), manganês (Mn), cromo (Cr), molibdênio (Mo), e cobalto (Co) (ANDERSON, 2005).

Existe um intervalo ou uma faixa aceitável de ingestão para cada elemento dito essencial. Na baixa ingestão, ou seja, abaixo do limite recomendável, há o risco do desenvolvimento de um quadro de deficiência. Por outro lado, se houver excesso na ingestão de determinado elemento, o indivíduo pode apresentar sintomas de toxicidade. Apesar de haver recomendações estabelecidas para cada elemento, deve-se considerar a variação interindividual que pode fazer com que haja casos de sensibilidade, que irão require maior ingestão para evitar a deficiência, ou menor ingestão para que se evite a toxicidade (Becking, 2007).

1.7 Ingestão Diária de Elementos Químicos Essenciais

1.7.1 Metodologias Utilizadas em Estudos de Ingestão Diária

A avaliação quantitativa da exposição a elementos químicos pode ser realizada tanto por meio de análise direta quanto indireta. A avaliação direta trabalha com a monitoração pessoal enquanto que a avaliação indireta é uma previsão de exposição pessoal usando informações como as pesquisas orçamentárias, que possibilitam estimar a quantidade de alimentos consumida por uma população (Voutsas *et al.*, 1998; Zukowska *et al.*, 2008).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda estudos de dieta para estimar da ingestão de elementos essenciais e contaminantes alimentares (WHO,2006). Ambas as metodologias, direta e indireta, são recomendadas pela OMS. O monitoramento dos alimentos e a estimativa de exposição são processos complexos e não há abordagem adequada para todas as circunstâncias. A escolha final do método depende do objetivo pretendido, da disponibilidade de dados e outros recursos, tais como o custo e o prazo para desenvolvimento do trabalho (Zukowska *et al.*, 2008).

Na avaliação direta tem-se como metodologia a Dupla Dieta (DD). Esta metodologia fornece as informações mais precisas sobre a dose ingerida de elementos químicos em alimentos. (Leblanc *et al.*, 2000; Zukowska *et al.*, 2008). Na avaliação direta tem-se a análise de todos os alimentos e bebidas elaborados para consumo, o que reflete os hábitos alimentares e de preparação da refeição da população em questão. (Zukowska *et al.*, 2008). O modo de preparo e os condimentos utilizados para o preparo dos alimentos podem influenciar na concentração final dos elementos essenciais no organismo. A adição de sal iodado na preparação, comum no Brasil, influencia nas concentrações finais de sódio e iodo, diferente da análise do produto *in natura*. Como qualquer outro método certas dificuldades podem surgir, como encontrar consumidores dispostos a fornecer, conscientemente, os dados do seu consumo alimentar, as diferenças comportamentais e os fatores sócio-econômicos (Zukowska, 2008).

Na DD, uma porção igualmente àquela ingerida pelas pessoas em estudo é analisada. O tempo de duração do estudo pode variar entre 1 e 7 dias, e neste período são coletadas todas as refeições realizadas no dia (Maihara, *et al* 1998; Leblanc *et al.*, 2000; Zukowska *et al.*, 2008).

Nas avaliações pelo método indireto, os Estudos de Dieta Total (EDT) são as abordagens mais comuns. Também conhecido como *Market Basket* ou estudo de Cesta de

Mercado (ECM) os EDT envolvem a compra de amostras de alimentos comumente consumidos em uma população definida. Os alimentos são preparados de acordo com os costumes da região e é realizada a análise de cada grupo alimentar. Com isso não é requerido grande envolvimento dos participantes do estudo. Além disso, os EDT fornecem informações que são úteis para uso em programas de vigilância do governo (Aveglano, 2008; Zukowsa, 2008). Muitos países vêm desenvolvendo Estudos de Dieta Total (EDT) como Austrália, Nova Zelândia, China, Estados Unidos, Itália, Japão e República Tcheca. A OMS incentiva os EDT e patrocina workshops internacionais desde 1999, sendo o último realizado em Jacarta, na Indonésia em Dezembro de 2007 (WHO, 2007).

A ingestão diária da população pode ser obtida em dados governamentais sobre o consumo de determinados alimentos, como por exemplo, a Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE) (Aveglano, 2009).

1.7.2 Estudos da composição das dietas no Brasil

Nos últimos anos tem-se presenciado uma crescente preocupação em torno da questão alimentar. Metodologias de estudos da composição de dietas, como as relatadas no item anterior, têm sido definidas e guiam pesquisadores e entidades governamentais ao redor do globo. Avaliar possíveis deficiências na ingestão e riscos de intoxicação são algumas das metas desses estudos.

No Brasil, os estudos de composição de dietas ainda são poucos se comparados a outros países. Na Grã-Bretanha, por exemplo, estudos de dieta são realizados a mais de 30 anos (Rose *et al*, 2010). O Brasil, apesar de participar de *Workshops* internacionais (WHO, 2007) sobre o assunto ainda não realizou um estudo detalhado. Contudo, vem realizando

Pesquisas de Orçamentos Familiares (POFs), como a POF 2002-2003 e a POF 2008-2009. Essas pesquisas possibilitam estimar o consumo de alimentos nas diversas regiões do país.

Uma iniciativa brasileira para se determinar a concentração de nutrientes em alimentos é o projeto TACO (Tabela Brasileira de Composição de Alimentos), realizado pelo Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação (NEPA) da UNICAMP. Neste estudo, foram analisados 495 alimentos em 9 cidades das 5 regiões do país (Norte, Nordeste, Sul, Sudeste e Centro-Oeste). O objetivo foi criar um banco de dados que contemple os nutrientes (teor de umidade, proteínas, lipídeos total, carboidratos totais, fibra alimentar total, cinzas, ácido graxos e minerais) dos alimentos nacionais e regionais. Os elementos químicos analisados foram: Ca, Fe, Mg, Mn, P, Na, K, Cu e Zn. Este estudo sem dúvida trouxe um enorme avanço as pesquisas na área no Brasil, contudo, não são estimados os valores de ingestão diária de nutrientes pela população com base no banco de dados estabelecido. Além disso, variações nas composições dos alimentos em relação a nutrientes e contaminantes podem ocorrer de ano a ano.

Três importantes estudos foram realizados no Brasil por Maihara *et al.* (1998), Santos *et al.* (2004) e Avegliano *et al.* (2011), que não só determinaram os elementos químicos em alimentos consumidos no Brasil, como também estimaram a ingestão diária.

Maihara *et al.*, em 1998, realizou um estudo de Dupla Dieta com crianças em idade escolar e idosos. Dezenove crianças e vinte e três adultos forneceram uma porção exata de tudo que consumiam em um período de 3 dias, incluindo bebidas exceto água. Os analitos analisados foram elementos tóxicos: Arsênio (As), Cádmio (Cd), Antimônio (Sb), Tório (Th) e Tungstênio (W). Os resultados não demonstraram riscos à saúde para a população estudada, os valores de ingestão estavam abaixo dos níveis máximos recomendados pela OMS.

Tendo como base os hábitos de consumo da população do Rio de Janeiro, Santos *et al.* (2004) realizaram um estudo avaliando a concentração de metais em alimentos. Foram

analisados 14 grupos alimentares, dentre eles carne, leite, feijão, frutas e café. Foram determinados elementos essenciais, Cu, Mn, Cr e Zn, e elementos tóxicos, alumínio (Al), cádmio (Cd), chumbo (Pb), níquel (Ni) e urânio (U).

Aveglano *et al* (2011) estimaram a ingestão diária de 6 elementos essenciais, Na, P, Ca, Fe, Zn e Cr em 71 tipos de alimentos separados em 30 grupos, incluindo bebidas alcoólicas, pães, frutas, legumes e carnes. Este Estudo de Dieta Total utilizou alimentos adquiridos comercialmente, que são consumidos pela população do Estado de São Paulo. Os dados para a estimativa de consumo são da POF 2002-2003.

Os estudos de dieta no Brasil são recentes, mas mesmo assim a preocupação com a questão vem crescendo. Isto é observado pelas ações governamentais, projeto TACO e a POF, e pelos trabalhos publicados acima citados. É importante que a pesquisa contribua para a investigação dos elementos químicos nos alimentos e para a estimativa de ingestão de modo a assegurar a alimentação saudável e as recomendações nutricionais, considerando as variações regionais e alimentares de grupos específicos.

2. Objetivos

O principal objetivo deste estudo foi determinar as concentrações de elementos químicos essenciais (Ca, P, K, Na, Fe, Mn, Zn, Co e Se) nos alimentos oferecidos no almoço aos alunos, que estão matriculados na rede municipal de ensino do Município de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo, durante o ano letivo de 2011.

A partir dos dados das análises e de testes estatísticos, este trabalho teve também como objetivos específicos:

- a) Avaliar possíveis diferenças na concentração dos elementos químicos essenciais (Ca, P, K, Na, Fe, Mn, Zn, Co e Se) nos alimentos de diferentes pontos de coleta;
- b) Avaliar se há diferenças na concentração dos elementos químicos essenciais (Ca, P, K, Na, Fe, Mn, Zn, Co e Se) nos alimentos em diferentes épocas do ano;
- c) Estimar a ingestão dos elementos essenciais presentes na refeição através de dados de consumo alimentar.

3. Material e métodos

3.1 Equipamentos

A liofilização das amostras foi realizada no liofilizador Liotop L101 (Liobras, São Carlos, São Paulo, Brasil). Para a digestão das amostras foi utilizado forno de microondas equipado com PTFE, modelo Milestone Start D (Soriso, Bergamo, Itália). Ainda na etapa de preparo de amostras, foi utilizado também um moinho analítico A11 Basic (IKA, Wilmington, Carolina do Norte, EUA) para triturar as amostras e assim poder pesá-las. Para a determinação dos elementos essenciais foi utilizado o equipamento ICP-MS (Espectrômetro de Massas com Plasma Acoplado Indutivamente) Elan DRC II (PerkinElmer, Norwalk, CT, EUA).

3.2 Reagentes e Soluções

A água deionizada de alta pureza (resistividade 18,2 M Ω .cm) foi obtida pelo sistema Milli-Q (Millipore®). Ácido nítrico (Synth®) concentrado (14 mol.L⁻¹) foi destilado em temperatura inferior à de ebulição, empregando-se destilador de quartzo da Hans Krner Analysentechnik (Rosenheim, Alemanha) para eliminao de impurezas. Foram utilizadas solues estoques padro multi-elementar (PerkinElmer®), de concentrao de 10 mg.L⁻¹ para cada elemento, para a construo das curvas analticas, e soluo estoque padro de Rdio (PerkinElmer®), concentrao de 1000 mg.L⁻¹ para a adio de padro interno nas solues. Utilizou-se, ainda, perxido de hidrognio (Fluka®) 30% (v/v) em gua e TMAH (Sigma-Aldrich®) 25% (v/v) em gua.

As solues e amostras foram armazenadas em frascos de polietileno previamente descontaminadas em soluo 10% v/v HNO₃ por 24 h, em seguida lavado com gua Milli-Q e

secos em capela de fluxo laminar classe 100. O preparo das soluções foi realizado em sala limpa classe 1000.

3.2.1 Materiais de Referência

Os Materiais de Referência Certificados foram utilizados para avaliar a exatidão dos métodos de análise utilizados e para o controle dos resultados obtidos. Estes materiais possuem os elementos analisados em concentrações definidas e foram escolhidos pela similaridade com as matrizes analisadas. Foram utilizados materiais provenientes da *National Institute of Standards and Technology* (NIST), sendo eles: *NIST Rice Flour 1568a*; *NIST Bovine Muscle Powdes 8414*; *NIST Wheat Flour 1567a*; e *NIST Whole Egg Powder 8415*.

3.3 Metodologia

3.3.1 Dupla dieta

Este trabalho se baseia na metodologia de Dupla Dieta (DD) para estimar a ingestão diária dos elementos analisados, contudo aqui o período de estudo e a população estudada foram modificados.

Os estudos de Dupla Dieta analisam os alimentos consumido diariamente por um determinado grupo, geralmente representado por poucos integrantes, em um curto intervalo de tempo. A semelhança deste tipo de estudo, o trabalho em questão analisou amostras de alimentos prontos para serem consumidos por um determinado grupo, que seria composto por alunos de escolas públicas municipais da cidade de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. E ao contrário da metodologia dos estudos de DD a análise não foi realizada individualmente e sim coletivamente considerando a média de consumo *per capita* pela idade. Ainda devemos

considerar o tempo de coleta de amostras do estudo, aqui realizada durante quatro meses do ano, enquanto na DD as coletas são em torno de sete dias.

3.3.2 Coleta das amostras de alimentos

3.3.2.1 Locais de Coleta

As amostras foram coletadas em duas escolas da rede municipal de ensino de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo, o Centro Educacional Infantil (CEI) Alaor Galvão e o Centro Municipal de Ensino Integrado (CEMEI) Virgílio Salata, e na Cozinha Piloto da Prefeitura do referido município.

O CEI Alaor Galvão atende crianças de 0 a 6 anos de idade, enquanto o CEMEI Virgílio Salata atende crianças do ensino fundamental. Ambas as escolas contam com cozinhas equipadas e profissionais para o preparo das refeições.

A Cozinha Piloto prepara e distribui alimentos para as escolas da rede que por algum motivo não tenham condições adequadas para este fim. No ano de 2011, está atendendo cinco CEIs (crianças de 0 a 6 anos) e duas Escolas Municipais de Educação Infantil (EMEIs) (crianças do ensino fundamental), cerca de 1500 refeições por dia.

3.3.2.2 Período de Coleta das amostras

As coletas foram realizadas durante o ano letivo de 2011. Os meses de coleta foram: março, junho, agosto e novembro, representando as 4 estações do ano.

3.3.2.3 Procedimento de Coleta

As amostras foram coletas diretamente das cubas em que são servidos os alimentos preparados, ou seja quando os alimentos estão prontos para serem consumidos. Com auxílio

de uma colher foram tomados de 70 a 90 g do alimento, no caso de arroz, feijão, carne e guarnições, e cerca de 50 g de saladas.

As amostras, independente da sua consistência, foram armazenadas em sacos próprios para amostras e acondicionadas em *freezer* a -20°C antes de serem enviadas ao laboratório de toxicologia e essencialidade de metais antes das análises.

3.3.2.4 Cardápios

Os cardápios foram preparados por nutricionistas da Divisão de Alimentação da Secretaria de Educação do Município. Exemplos dos conteúdos dos cardápios servidos às crianças das escolas da rede municipal de ensino de Ribeirão Preto são mostrados no Anexo I.

A compra dos alimentos fornecidos nas merendas escolares foi realizado pela Secretaria Municipal de Educação de Ribeirão Preto através de licitações e então distribuídos para todas as escolas da rede. Assim os fornecedores de alimentos são os mesmos para todas as escolas.

3.4 Preparo de amostras

Ao chegar ao laboratório de toxicologia e essencialidade de metais as amostras foram descongeladas, homogeneizadas em liquidificador (adaptado com lâminas de titânio) e colocadas em tubos de propileno Falcon[®] descontaminados (BD[®] - Becton, Dickinson and Company) e congeladas a -80°C . Em seguida, as amostras foram deixadas em repouso a temperatura ambiente e levadas ao liofilizador, por 24 horas. Depois de liofilizadas as amostras foram trituradas em moinho analítico A11 Basic (IKA, Wilmington, Carolina do Norte, EUA).

O pó resultante (produto da liofilização), foi armazenado em tubos de propileno Falcon[®] descontaminados (BD[®] - Becton, Dickinson and Company). A Tabela 1 mostra a umidade média dos alimentos coletados.

Tabela 1 – Média da umidade dos alimentos coletados.

Alimento	% Umidade
Arroz	29,9
Feijão	44,6
Legumes/Verduras	55,4
Carnes	46,1

A mineralização ou digestão, utilizando ácido nítrico (HNO₃) e peróxido de hidrogênio (H₂O₂) como agentes oxidantes, foi realizada para o prévio tratamento das amostras e dos materiais de referência de alimentos antes das determinações dos elementos químicos por ICP-MS.

As amostras e os materiais de referência foram digeridos em recipientes fechados em sistema de decomposição assistido por energia de microondas. Para a digestão, foi utilizado forno de microondas equipado com PTFE (politetrafluoretileno) de alta pureza.

Cerca de 200 mg de amostra ou de material de referência foram pesados e colocados, juntamente com 5,0 mL de água Mili-Q, 2,0 mL de HNO₃ concentrado (14 mol.L⁻¹) e 1,0 mL de H₂O₂ a 50%, em vasos de PTFE e levados para o forno de microondas. O programa de aquecimento usado foi obtido de Nardi e colaboradores (2009) e é mostrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Programa de Aquecimento -Forno Microondas		
Tempo (min)	Potência (W)	Temperatura (°C)
10	450	140
10	750	190

Após a digestão foram adicionados 2,0 mL de água Mili-Q às amostras digeridas. Para a análise em ICP-MS, realizou-se uma diluição de 1:4, de maneira que a concentração final de HNO_3 fosse de 5%. As análises foram realizadas em triplicatas.

3.5 Determinação das concentrações dos elementos essenciais

Para o análise das amostras foi utilizada a metodologia descrita por Nardi *et al* (2009), que utiliza a técnica de ICP-MS para a análise de elementos químicos essenciais e tóxicos.

Foi utilizado Ródio (Rh) como padrão interno na concentração de $10 \mu\text{g L}^{-1}$. As concentrações das curvas analíticas variaram para cada elemento de acordo com probabilidade de ocorrência nas amostras. Para os elementos ^{59}Co , ^{55}Mn e ^{82}Se as concentrações foram 1, 5, 10, 20 $\mu\text{g mL}^{-1}$. Já as curvas analíticas dos elementos ^{43}Ca , ^{57}Fe , ^{39}K , ^{23}Na , ^{31}P e ^{64}Zn foram 100, 200, 500, 1000 e 2000 $\mu\text{g mL}^{-1}$.

3.6 Análise dos Materiais de Referência Certificada

A Tabela 3 mostra o resultado obtido pela análise dos materiais de referência. Para cada material estão relacionados os valores de referência destes materiais (MR) e os resultados encontrados neste trabalho. Os valores dos elementos essenciais analisados nestas matrizes estão em concordância com os valores estabelecidos pelos fabricantes.

3.7 Análise Estatística

Os resultados da análise dos elementos analisados nas amostras de alimentos foram expressos como média $\pm$ desvio padrão. Para comparação de mais de duas médias, foi usado ANOVA de uma via seguida do teste de Tukey. A diferença estatística considerada foi para P menor que 0,05. Para tal, foi utilizado o programa estatístico Statistical Package for the Social Sciences® 17.0 for Windows (SPSS).

Tabela 3. Comparação dos valores certificados dos Materiais de Referência (MR) e dos valores encontrados para elementos essenciais

	Rice Flour (NIST 1568a)		Whole Egg Powder (NIST 8415)		Wheat four (NIST 1567a)		Bovine Muscle (NIST 8414)	
	MR	Este Estudo	MR	Este Estudo	MR	Este Estudo	MR	Este Estudo
Ca (g/Kg)	$0,118 \pm 0,006$	$0,128 \pm 0,002$	$2,48 \pm 0,19$	$2,45 \pm 0,05$	$0,191 \pm 0,004$	$0,193 \pm 0,003$	$0,145 \pm 0,02$	$0,15 \pm 0,06$
P (g/Kg)	$1,53 \pm 0,08$	$1,87 \pm 0,13$	$10,01 \pm 0,32$	$11,4 \pm 1,1$	$1,34 \pm 0,06$	$1,390 \pm 0,009$	$8,36 \pm 0,45$	$8,32 \pm 0,73$
Co (µg/Kg)	18*	$16,4 \pm 0,4$	12 ± 5	$17,2 \pm 0,8$	6*	$6,5 \pm 0,1$	7 ± 3	$7,2 \pm 0,2$
Mn (mg/Kg)	$20 \pm 1,6$	$17,5 \pm 3,1$	$1,78 \pm 0,38$	$1,8 \pm 0,1$	$9,4 \pm 0,9$	$8,1 \pm 0,07$	$0,37 \pm 0,09$	$0,33 \pm 0,08$
Se (µg/Kg)	380 ± 40	334 ± 14	$1390 \pm 0,17$	1197 ± 19	1100 ± 200	1155 ± 22	76 ± 10	$72,6 \pm 7,4$
Zn (µg/g)	$19,4 \pm 0,5$	$19,9 \pm 0,7$	$67,5 \pm 7,6$	58 ± 2	$11,6 \pm 0,4$	$12,8 \pm 0,2$	$142 \pm 0,014$	$144 \pm 7,2$
K (g/Kg)	$1,28 \pm 0,008$	$1,13 \pm 0,04$	$3,19 \pm 0,37$	$2,7 \pm 0,2$	$1,33 \pm 0,03$	$1,32 \pm 0,02$	$15,17 \pm 0,37$	$14,9 \pm 1,55$
Na (µg/g)	$6,6 \pm 0,8$	$6,5 \pm 1,2$	3770 ± 340	3311 ± 283	$6,1 \pm 0,8$	$7,6 \pm 2,9$	2100 ± 80	2162 ± 50
Fe (µg/g)	$7,4 \pm 0,9$	$6,2 \pm 1,1$	112 ± 16	101 ± 6	$14,1 \pm 0,5$	$11,7 \pm 0,5$	$71,2 \pm 9,2$	$69,4 \pm 6,3$

(*) Valores não certificados. Estes valores são estimativas fornecidas pela empresa responsável pela produção do material apenas para informação, por serem baseados em resultados de um número limitado de determinações ou por apenas um método.

3.8 Cálculo da Ingestão dos elementos químicos essenciais

A estimativa de ingestão combina dados sobre as concentrações da substância nos alimentos dados sobre as quantidades dos alimentos consumidos pela população em questão. Segundo Nasrredine *et al.* (2002), a ingestão por dia é expressa pela seguinte equação:

$$\text{Ingestão (mg / dia)} = \text{ocorrência (mg / kg)} \times \text{consumo (kg / dia)}$$

A “ocorrência” é a concentração do elemento químico encontrado nos alimentos, e o “consumo” a quantidade de alimento consumido. Logo, a ingestão é a soma das “ingestões” de todos os alimentos consumidos no almoço. A Tabela 4 mostra o consumo de alimentos *per capita* por dia fornecido pela Divisão de alimentação do Município de Ribeirão Preto.

Tabela4 Consumo de alimentos <i>per capita</i> por dia(g)					
Alimentos	CEI	EMEI	Alimentos	CEI	EMEI
arroz cru	20	30	mandioquinha	20	30
atum p/ macarrão	30	30	pepino	20	30
Ervilha	0	15	rabanete	20	30
feijão	10	15	repolho	20	30
macarrão cru	10	20	salsa	2	2
milho verde	15	20	tomate	60	60
seleta de legumes p/ arroz	20	25	vagem	20	30
seleta de legumes p/ carnes	0	20	abobora seca	20	30
Abobrinha	20	30	abacaxi	60	65
Acelga	20	30	banana prata	60	60
Alface	20	30	maçã	60	60
Almeirão	20	30	mamão	60	110
Batata	20	30	melancia	60	115
batata doce	20	30	tangerina	60	84
Berinjela	20	30	carne em tiras	40	50
Beterraba	20	30	carne picada (cubos)	43	58
Cebola	3	3	hamburguer	30	56
Cenoura	20	30	ovos	1	1
Chuchu	20	30	peito de frango	42	56
Couve	20	30	salsicha	24	48
couve-flor	20	30	pernil	42	56
Escarola	20	30	filé tilapia/cação	40	40
Espinafre	20	30	almondega	25	50

4. Resultados e Discussão

A coleta de amostras foi realizada em quatro períodos diferentes durante o ano letivo de 2011, de 01 a 31 de março de 2011, de 01 a 30 de junho de 2011, de 01 a 31 de agosto de 2011 e de 1 a 30 de novembro de 2011, em três locais distintos. Os locais foram: (i) um centro de educação infantil, (ii) uma escola de ensino fundamental e, (iii) a cozinha piloto do município que prepara alimentação para escolas que por algum motivo estão impossibilitadas de preparar as refeições.

Durante o período de coleta a cozinha da escola CEI Alaor Galvão entrou em reforma e as refeições passaram a ser fornecidas pela Cozinha Piloto, tendo sido realizadas coletas nesta escola apenas nos meses de março e junho.

Foram coletadas 653 amostras, divididas entre arroz (121 amostras), feijão (129 amostras), carnes (150 amostras), legumes e verduras (109 amostras) e papinhas (144 amostras). Dentre as amostras de carnes, foram coletadas carnes bovinas, suínas, de aves (frango), e de peixes. Além disso, foram coletadas grande variedade de legumes e verduras, que completam o cardápio, como por exemplo, vegetais folhosos, tomate, pepino, cenoura, berinjela e batata.

As análises foram realizadas nas divisões citadas acima de modo a identificar a concentração de cada elemento nas mesmas e em possível caso de excesso de ingestão avaliar a contribuição de cada tipo de alimento. Normalmente, os estudos de Dupla Dieta, analisam a ingestão dos elementos por dia, sendo que uma única análise é realizada misturando todo o alimento diário coletado, o que impossibilita o rastreamento da fonte de concentrações elevadas. As concentrações médias, em massa seca, dos elementos analisados nas diferentes classes dos alimentos coletados estão representadas na Tabela 5.

Os valores encontrados neste estudo foram comparados com outros estudos de composição química da dieta. Abaixo são mostrados os resultados gerais em média (Tabela 5) de todos os alimentos avaliados no estudo. Em alguns casos foi estimada a massa úmida, tendo como base as porcentagens de água nos alimentos mostrados na Tabela 1, para melhor comparação com alguns estudos e para estimativa da ingestão diária.

Tabela 5 - Média das concentrações dos elementos essenciais Ca, P, K, Na, Fe, Mn, Zn, Co, Se nos alimentos coletados em diferentes pontos de coleta.

		Arroz (n=121)	Feijão (n=129)	Carnes (n=150)	Legumes/Verduras (n=109)
(µg/g)	Ca	702 ± 126 (560 - 1191)	722 ± 204 (225 - 1263)	470 ± 416 (151 - 1772)	2391 ± 2861 (245 - 16325)
	P	867 ± 56 (787 - 102)	4559 ± 444 (3708 - 6133)	8549 ± 2007 (4926 - 14159)	3702 ± 1541 (1099 - 7986)
	K	604 ± 105 (471 - 964)	6889 ± 1856 (4160 - 12024)	9162 ± 2241 (2665 - 13275)	25303 ± 14050 (4690 - 53460)
	Na	1440 ± 539 (529 - 3668)	1899 ± 923 (1059 - 4164)	14378 ± 5190 (5630 - 26183)	10732 ± 11093 (273 - 53620)
	Fe	4,3 ± 1,5 (2,1 - 6,2)	64,1 ± 9,4 (44,1 - 94,6)	40,2 ± 18,7 (15,5 - 84,6)	53,9 ± 43,5 (11,8 - 182)
	Mn	8,9 ± 0,9 (7,2 - 11,6)	6,5 ± 1,7 (1,9 - 10,5)	2,9 ± 2,6 (0,23 - 12,9)	12,7 ± 11,5 (1,4 - 111)
	Zn	14,3 ± 1,1 (12,2 - 17,1)	30,8 ± 5,4 (20,6 - 59,6)	105 ± 80 (19,1-260)	31,4 ± 18,5 (6,3 - 78,1)
	Co	27,2 ± 4,6 (19,3 - 38,3)	80,3 ± 46,8 (14,3 - 245)	19,9 ± 15,7 (1,1 - 87,4)	63,9 ± 67,9 (3,7 - 617,5)
(µg/kg)	Se	39.2 ± 7,7 (25,3-64,6)	13,7 ± 7,4 (0,95 - 55,8)	416 ± 362 (83 - 2264)	97,3 ± 78,8 (0,65 - 622)

Sódio (Na)

O elemento essencial sódio (Na), cuja principal fonte é o sal de cozinha, apresentou concentrações médias semelhantes no arroz e no feijão, 1440 $\pm$ 539 $\mu\text{g/g}$ e 1899 $\pm$ 923 $\mu\text{g/g}$ em massa seca, respectivamente. Avegliano (2009) realizou um Estudo de Dieta Total (EDT) com amostras de produtos coletados no Brasil, apresentando

médias de $5,0 \pm 0,9 \mu\text{g/g}$ e $3,7 \pm 1,0 \mu\text{g/g}$ em massa seca, para cereais (arroz e milho) e as leguminosas (feijão preto e carioca), respectivamente. Estes dados foram inferiores aos encontrados neste estudo, pois Avegliano não realizou a coleta do alimento preparado em uma cozinha comum, os mesmos foram preparados (cozidos neste caso) em laboratórios seguindo protocolos padronizados sem a adição do sal de cozinha. Outro estudo que avaliou o sódio no arroz pronto para o consumo foi um EDT francês publicado por Leblanc *et al* (2005), em que as concentrações em massa úmida chegam a $3364 \mu\text{g/g}$, dado superior ao apresentado aqui. Neste estudo a concentração de arroz e feijão em massa úmida foi de $1014 \pm 379 \mu\text{g/g}$ e $1055 \pm 513 \mu\text{g/g}$. As carnes avaliadas no presente estudo, apresentaram em geral médias de $14378 \pm 5190 \mu\text{g/g}$ que estão entre as encontradas por Avegliano (2009), que foram de $3106 \pm 329 \mu\text{g/g}$ para carnes bovinas, e de $24188 \pm 4156 \mu\text{g/g}$, para carnes suínas, dados obtidos sem adição de sal de cozinha. As carnes bovinas e suínas assim como alguns vegetais, como a cenoura e a beterraba, são conhecidas fontes deste elemento, o que em conjunto com o sal adicionado contribui para as elevadas concentrações. Nos vegetais a concentração variou de $122 \mu\text{g/g}$ a $23937 \mu\text{g/g}$ em massa úmida, no presente estudo, tal variação pode ter ocorrido pelo fato de que nem todas eram servidas temperadas. Leblanc *et al* (2005) relatou concentrações de $2618 \mu\text{g/g}$ para saladas em geral e $811 \mu\text{g/Kg}$ para vegetais, ambos em massa úmida, além disso realizou análise de condimentos e molhos que apresentaram concentração média de $5086 \mu\text{g/g}$ de sódio.

Cálcio (Ca)

O cálcio é encontrado principalmente no leite e seus derivados, além destes as hortaliças verdes escuras e a soja são importantes fontes, o que justifica as baixas concentrações de cálcio no arroz, no feijão e na carne e a maior concentração nos

legumes e verduras. Em uma das etapas de um EDT realizado na Grã-Bretanha e publicado por Ysart *et al* (1999), as concentrações de cálcio foram de 731 $\mu\text{g/g}$, em massa úmida, para cereais diversos e 359 $\mu\text{g/g}$ para carnes vermelhas e 1310 $\mu\text{g/g}$ para carnes de peixes. Leblanc *et al* (2005) apresenta concentrações de 216 $\mu\text{g/g}$, 153 $\mu\text{g/g}$ e 346 $\mu\text{g/g}$, em massa úmida, para arroz, carnes vermelhas e carne de peixe, respectivamente. Se convertermos os dados obtidos em massa seca, neste estudo para massa úmida, com base na umidade dos alimentos apresentadas na Tabela 1, temos $494 \pm 89 \mu\text{g/g}$, $401 \pm 113 \mu\text{g/g}$, e $261 \pm 231 \mu\text{g/g}$, para arroz, feijão e carnes respectivamente, observamos que as médias encontradas são semelhantes à outros estudos publicados. Os legumes e verduras apresentaram média de $2391 \pm 2861 \mu\text{g/g}$, em massa seca, com valores máximos de 16325 $\mu\text{g/Kg}$, verificadas em amostras de couve, e concentrações médias semelhantes foram verificadas por Avegliano (2009) em que as concentrações de alguns tipos de vegetais, como cebola e tomate, foram de $2843 \pm 108 \mu\text{g/g}$ e de $8130 \pm 879 \mu\text{g/g}$ para hortaliças folhosas.

Potássio (K)

O potássio está presente em quantidades consideráveis na maioria dos alimentos como frutas, vegetais, carnes, leite e derivados (Tramonte, 2009). A TACO (2011), Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, foi montada baseada na análise de diferentes tipos de alimento e obteve valores de 200 $\mu\text{g/g}$ e 2550 $\mu\text{g/g}$, de massa úmida, para arroz cozido e para feijão carioca cozido, respectivamente. Estes valores estão abaixo dos valores encontrados por este estudo que foram de $425 \pm 74 \mu\text{g/g}$ e $3827 \pm 1031 \mu\text{g/g}$, em massa úmida para arroz e feijão respectivamente. Já as carnes e os legumes apresentaram médias mais elevadas deste elemento como os resultados de

Avegliano (2009) que foram de $8507 \pm 552 \mu\text{g/g}$ e $41034 \pm 2570 \mu\text{g/g}$ em massa seca, para carnes e para vegetais do tipo hortaliças folhosas.

Fósforo (P)

Em geral, boas fontes de proteínas são, também, boas fontes de fósforo (Anderson, 2005). Assim as carnes e ovos são excelentes fontes de fósforo. Neste estudo, as carnes apresentaram médias relativamente mais elevadas que o feijão e os legumes, chegando ao valor máximo de $14159 \mu\text{g/g}$ na amostra de lombo de porco. Este valor encontrado é superior ao relatado na Taco (2011) que é de $2380 \mu\text{g/g}$ para o mesmo tipo de carne.

Ferro (Fe)

São boas fontes de ferro as vísceras como fígado rins e os frutos do mar, seguidos dos feijões, hortaliças e cereais fortificados (U. S. Department of Agriculture, 1994). Como não foram preparadas vísceras no período de coleta, as maiores concentrações foram verificadas nas médias do feijão e dos legumes e verduras, que foram semelhantes as médias relatadas por Avegliano (2009), que foram $66 \pm 4 \mu\text{g/g}$ para os feijões e $47 \pm 2 \mu\text{g/g}$ para hortaliças folhosas. Neste estudo as amostras de alface, couve e espinafre apresentaram a maior concentração, em massa seca, sendo $126 \mu\text{g/g}$, $166 \mu\text{g/g}$ e $187 \mu\text{g/g}$ respectivamente. Os cereais em geral como o milho e o arroz apresentam baixas concentrações de ferro quando comparados a outras fontes (Anderson, 2005), o que foi observado neste estudo, alguns produtos derivados destes que talvez possuam níveis mais elevados foram enriquecidos.

Manganês (Mn)

São fontes mais ricas de manganês os grãos integrais e as leguminosas. As concentrações de manganês encontradas no arroz e nas carnes, $6,26 \pm 0,63 \mu\text{g/g}$ e $1,61 \pm 1,44 \mu\text{g/g}$, em massa úmida, foram semelhantes as apresentadas por outros estudos, como os realizados por Rose *et al* (2010), Leblanc *et al* (2005) e Ysart *et al* (1999), sendo os valores $7,98 \mu\text{g/g}$ (cereais) e $2,75 \mu\text{g/g}$ (carnes vermelhas), $4,41 \mu\text{g/g}$ (arroz) e $0,13 \mu\text{g/g}$ (carnes vermelhas), e $6,8 \mu\text{g/g}$ (cereais) e $1,4 \mu\text{g/g}$ (carnes vermelhas), respectivamente. Já os valores das concentrações dos legumes e verduras encontrados aqui, $5,7 \pm 5,1 \mu\text{g/g}$, em massa úmida, são superiores aos valores de outros estudos: $2,06 \mu\text{g/g}$ (Rose *et al*, 2010) e $2,0 \mu\text{g/g}$ (Ysart *et al*, 1999).

Zinco (Zn)

As principais fontes de zinco são as carnes, seguidos pelos cereais e leite fortificados. No estudo em questão as carnes apresentaram maior média quando comparados ao arroz, ao feijão e aos legumes e verduras, $105 \pm 80 \mu\text{g/g}$ em massa seca e 57 ± 43 em massa úmida. A concentração média de zinco foi semelhante a apresentada por Avegliano (2009), que foi de $125 \pm 2 \mu\text{g/g}$, em massa seca, para carne bovina, mas foi maior do que a relatada por Ysart *et al* (2000) ($25 \mu\text{g/g}$), Leblanc *et al* (2005) ($36,76 \mu\text{g/g}$) e Rose (2010) ($23 \mu\text{g/g}$), estes últimos em massa úmida.

Selênio (Se)

O selênio está presente nos grãos, carnes, leite e vegetais. Neste estudo a maior concentração foi encontrada na carne, $416 \pm 362 \mu\text{g/Kg}$, em massa seca e $231 \pm 201 \mu\text{g/Kg}$, em massa úmida. Este valor foi superior ao encontrado por Rose *et al* que foi de $140 \mu\text{g/Kg}$, em massa seca. A variação da concentração de selênio nos vegetais neste

estudo foi de 0,65 $\mu\text{g/Kg}$ a 622 $\mu\text{g/Kg}$, segundo Anderson (2005), o teor deste elemento nos vegetais varia de acordo com a concentração no solo em que é cultivado.

Cobalto (Co)

Cobalto é encontrado em vários elementos, sendo os mais ricos o fígado, rins, ostras e leite. Neste estudo a concentração mais elevada foi no feijão $80,3 \pm 46,8 \mu\text{g/Kg}$. Leblanc *et al* (2005) apresentou média de 8 $\mu\text{g/Kg}$, em massa úmida, neste estudo as carnes apresentaram média de $11 \pm 8,7 \mu\text{g/Kg}$, em massa úmida.

4.1 Estudo da influência dos pontos de coleta na concentração de elementos essenciais nos alimentos

As amostras analisadas foram coletadas em três locais distintos de modo a identificar uma possível diferença na concentração dos elementos em estudo, devido ao modo de preparo, uma vez que a cozinha piloto (CP) trabalha em maior escala e as demais, CEMEI Vírgilio Salata (VS) e CEI Alaor Galvão preparam alimentação em menor escala. As médias das concentrações de cada local, segundo as categorias arroz, feijão, carnes e legumes e verduras, foram analisadas empregando-se teste *ANOVA* de uma via seguido do teste de *Tukey*. O teste de *Tukey* foi utilizado para a comparação das médias duas a duas e verificar entre quais locais havia diferença estatística. Foram considerados variações estatísticas significativas para $p < 0,05$. A Tabela 6 mostra a média das concentrações $\pm$ desvio padrão de cada elemento, o valor de p de cada análise estatística e do teste de *Tukey*.

Os testes estatísticos mostraram que a concentração de todos os elementos analisados nas amostras de arroz não variou de um ponto de coleta para outro nos meses estudados. Já nas amostras de feijão, o único elemento estudado que apresentou

variação estatisticamente significativa foi o Zn, que segundo o teste de *Tukey* apresentou uma diferença estatística positiva somente quando comparadas as médias da Cozinha Piloto com as da CEI Alaor Galvão. Essa diferença verificada na concentração de Zn, possivelmente deve ter se dado a outros fatores que não o preparo, uma vez que os meios para preparo dos alimentos nas escolas (CEI e CEMEI) são os mesmos e não foi verificada variação estatística significativa entre CP e VS e entre AG e VS. Uma possível explicação seria lotes diferentes de produtos, por exemplo.

O arroz e o feijão, assim como todos os alimentos oferecidos pela Divisão de Alimentação do Município de Ribeirão Preto, são adquiridos mediante licitação para um ano. Segundo os termos da licitação as marcas somente podem ser trocadas pela empresa vencedora mediante autorização do departamento, após serem realizados testes de preparo e rendimento. Então, segundo as nutricionistas da rede, não é comum a alteração das marcas destes produtos, o que explica não haver diferença estatisticamente significativa entre quase todos os elementos analisados. Assim não parece haver diferença segundo o modo de preparo para estes alimentos.

Nas amostras de legumes e verduras apenas o Se apresentou variação estatística significativa entre AG e os outros pontos de coleta, VS e CP. A diferença estatística vista nestas análises pode ter ocorrido por fatores, como por exemplo, a água utilizada na preparação dos alimentos, que acaba sendo diferente nos diferentes locais. Outro fator pode estar veiculado aos próprios alimentos, pois a concentração dos elementos químicos pode variar de lote para lote. Esta última variação pode ocorrer porque as marcas de alimentos possuem diversos fornecedores e produtores, variando a área de cultivo ou criação de animais, neste caso outros fatores como o solo da região, o clima, a região e a sazonalidade devem ser considerados.

Tabela 6 – Concentração média $\pm$ Desvio Padrão dos elementos essenciais nas diferentes categorias de alimentos em cada ponto de coleta

Elementos		Pontos de Coleta			p ^a	Teste de <i>Tukey</i>		
		CP	AG	VS		CP-AG	AG-VS	CP-VS
Feijão								
μg/g	P	4434 ± 402	4681 ± 447	4740 ± 389	0.149	0.186	0.986	0.219
	Zn	30 ± 3	32 ± 7	31 ± 2	0.462	0.429	0.837	0.784
	Ca	738 ± 182	714 ± 225	767 ± 91	0.649	0.996	0.716	0.682
	Fe	66 ± 8	63 ± 11	68 ± 5	0.148	0.456	0.131	0.758
	Na	1944 ± 1074	1846 ± 760	1797 ± 992	0.943	0.972	0.994	0.942
μg/Kg	K	7065 ± 2029	6876 ± 1834	7247 ± 2060	0.798	0.922	0.783	0.960
	Mn	6,5 ± 1,5	6,5 ± 1,7	6,3 ± 1,9	0.827	0.969	0.959	0.812
	Co	77 ± 42	66 ± 26	97 ± 61	0.092	0.658	0.092	0.218
	Se	13 ± 6	15 ± 11	14 ± 10	0.117	0.112	0.199	0.996
Arroz								
μg/g	P	860 ± 70	869 ± 22	876 ± 72	0.817	0.930	0.955	0.930
	Zn	13,7 ± 1,3	15,1 ± 0,8	14,1 ± 0,9	0.018*	0.016*	0.127	0.696
	Ca	768 ± 164	675 ± 99	657 ± 74	0.099	0.190	0.939	0.121
	Fe	4,8 ± 2,2	5,3 ± 1,7	5,4 ± 2,0	0.795	0.801	0.998	0.805
	Na	1304 ± 445	1552 ± 741	1478 ± 234	0.759	0.801	0.998	0.801
μg/Kg	K	638 ± 159	615 ± 59	551 ± 35	0.172	0.864	0.355	0.160
	Mn	24 ± 2,5	9,6 ± 0,9	8,5 ± 0,9	0.227	0.872	0.235	0.354
	Co	24 ± 2,5	23 ± 2	26 ± 5	0.433	0.433	0.818	0.714
	Se	35 ± 5	40 ± 5,1	59 ± 37	0.696	0.969	0.722	0.745

(^a) Anova uma via seguida de *Tukey*. * estatisticamente diferente p (< 0,05).

CP: Cozinha Piloto; VS: Vigílio Salata; AG: Alaor Galvão.

Tabela 6 (continuação) – Concentração média $\pm$ Desvio Padrão dos elementos essenciais nas diferentes categorias de alimentos em cada ponto de coleta.

		Carnes						
$\mu\text{g/g}$	P	8120 $\pm$ 1875	8850 $\pm$ 1588	8937 $\pm$ 2714	0.035*	0.072	0.973	0.082
	Zn	102 $\pm$ 81	101 $\pm$ 75	119 $\pm$ 90	0.450	0.955	0.493	0.483
	Ca	437 $\pm$ 381	464 $\pm$ 516	563 $\pm$ 455	0.321	0.927	0.495	0.297
	Fe	38 $\pm$ 17	37 $\pm$ 18	51 $\pm$ 21	0.009*	0.966	0.012*	0.017*
	Na	14173 $\pm$ 5136	14779 $\pm$ 5218	14934 $\pm$ 5610	0.764	0.841	0.992	0.793
$\mu\text{g/Kg}$	K	8714 $\pm$ 2649	10149 $\pm$ 1871	9354 $\pm$ 1754	0.017*	0.337	0.013*	0.383
	Mn	2,9 $\pm$ 2,4	3,2 $\pm$ 2,9	2,3 $\pm$ 2,4	0.078	0.927	0.075	0.133
	Co	21 $\pm$ 17	20 $\pm$ 17	17 $\pm$ 10	0.458	0.941	0.602	0.430
	Se	448 $\pm$ 427	386 $\pm$ 343	403 $\pm$ 212	0.001*	0.001*	0.992	0.001*
		Legumes/ Verduras						
$\mu\text{g/g}$	P	4104 $\pm$ 1668	3836 $\pm$ 1617	3665 $\pm$ 1662	0.530	0.775	0.910	0.775
	Zn	33 $\pm$ 17	33 $\pm$ 19	31 $\pm$ 19	0.952	0.975	0.963	0.956
	Ca	2580 $\pm$ 2883	2367 $\pm$ 3000	2225 $\pm$ 2082	0.856	0.942	0.976	0.846
	Fe	61 $\pm$ 45	50 $\pm$ 36	50 $\pm$ 40	0.428	0.528	0.998	0.490
	Na	11482 $\pm$ 13698	11988 $\pm$ 12256	10457 $\pm$ 11868	0.909	0.988	0.906	0.949
$\mu\text{g/Kg}$	K	30795 $\pm$ 16269	34858 $\pm$ 14034	24450 $\pm$ 15930	0.396	0.820	0.366	0.640
	Mn	15 $\pm$ 13	13 $\pm$ 9	12 $\pm$ 10	0.469	0.608	0.958	0.583
	Co	68 $\pm$ 77	71 $\pm$ 77	61 $\pm$ 42	0.736	0.979	0.861	0.715
	Se	95 $\pm$ 71	133 $\pm$ 106	91 $\pm$ 60	0.004*	0.049	0.004*	0.978

(^a) Anova uma via seguida de Tukey. * estatisticamente diferente p (< 0,05).

CP: Cozinha Piloto; VS: Vigílio Salata; AG: Alaor Galvão.

Nas médias das concentrações das carnes os elementos P, Fe e K apresentaram variação estatística significativa entre VS e os outros pontos de coleta. Esta constatação pode ser explicada pelo modo de preparo das carnes nesta escola. Dentre as amostras de carnes desta escola foram verificadas várias preparações de carnes juntamente com legumes. Segundo as cozinheiras e nutricionistas da rede municipal, elas, as cozinheiras, devem seguir os cardápios elaborados pelas nutricionistas, mas estão livres para associar alimentos de acordo com a necessidade do local. As cozinheiras da CEMEI Virgílio Salata (VS) relatam que os legumes quando oferecidos separadamente tem alto índice de rejeição e que acaba levando ao desperdício. No entanto, quando associado a outras preparações, como as carnes, quase não há rejeição dos pratos. Por isso é prática comum a associação entre legumes e carnes. Foram analisadas carnes com cenoura, vagem, batata, mandioca e seleta de legumes. A presença dos legumes elevou a concentração de alguns elementos nesta categoria como o K e o Fe.

O estudo em questão não tinha o objetivo de detectar as fontes da diferença de concentração entre os locais de coleta, assim um estudo mais apurado e detalhado seria necessário.

4.2 Estudo da influência da sazonalidade na concentração de elementos essenciais nos alimentos

Foi realizada, também, uma comparação de concentração dos elementos químicos estudados entre os diferentes meses do ano em que as amostras foram coletadas. Nessa comparação, mostrada na figura 1, os dados de todos os locais de coleta foram agrupados por meses e analisados no teste *ANOVA* de uma via e em seguida foi realizado o teste de *Tukey*. A Figura 1 mostra a concentração média $\pm$ desvio

padrão dos elementos químicos nos meses estudados de acordo com a categoria de alimento e quais meses apresentaram variação estatística significativa ($p < 0,05$).

Nas amostras de legumes e verduras, com exceção dos elementos Co e K, todos os outros apresentaram alguma diferença estatística significativa durante pelo menos dois meses estudados. Esta variação pode ser explicada pela sazonalidade dos alimentos desta classe e pelo tipo de comida servida no cardápio, por exemplo, no inverno (agosto) e outono (junho) são mais comuns ensopados de batata e quibebe de abobora, enquanto que no verão, estes pratos aparecem menos frequentemente. Além disso, a variedade de legumes e verduras oferecidos durante o ano é muito grande, pois dependem da safra, e consequentemente do preço e da qualidade. Apesar disso, as nutricionistas da rede relatam haver um esforço para manter a diversificação na alimentação durante o ano e que há um cuidado com relação a batatas, por exemplo, porque outros nutrientes como os carboidratos devem ser balanceados.

No caso do arroz, a situação se inverte, nenhum dos elementos apresentou diferença significativa no decorrer do ano, este fato pode se dever ao fato deste alimento ser adquirido mediante licitação, e ainda segundo as nutricionistas, além do fornecedor ser o mesmo, é avaliado a marca do mesmo, que pelos termos da licitação não pode ser alterada sem prévia autorização do setor responsável.

Figura 1 – Concentrações de elementos essenciais nas diferentes classes de alimentos coletados conforme a sazonalidade. ANOVA de uma via seguida de Tukey. (*) estatisticamente diferente $p < 0,05$.

Figura 1 (continuação) – Concentrações de elementos essenciais nas diferentes classes de alimentos coletados conforme a sazonalidade. ANOVA de uma via seguida de Tukey. (*) estatisticamente diferente $p < 0,05$.

Figura 1(continuação) – Concentrações de elementos essenciais nas diferentes classes de alimentos coletados conforme a sazonalidade. *ANOVA* de uma via seguida de *Tukey*. (*) estatisticamente diferente $p < 0,05$

No feijão oferecido nas escolas apenas alguns elementos apresentaram variação estatística significativa ($p < 0,05$), são seles Ca, K, Mn e Co. Para o Co a concentração média no mês junho ($114 \pm 53 \mu\text{g/Kg}$) foi estatisticamente diferente das médias encontradas nos meses de março ($63 \pm 22 \mu\text{g/Kg}$), agosto ($70 \pm 24 \mu\text{g/Kg}$) e setembro ($62 \pm 49 \mu\text{g/Kg}$). O K apresentou diferença estatística entre os meses de Março e Junho e entre os meses de março e novembro, segundo o teste de *Tukey*. Este mesmo teste mostrou que, para o Mn os únicos meses que não apresentaram diferença significativa entre suas médias foram março e agosto, enquanto que para o Ca não houve diferença estatística significativa entre os meses de agosto e junho e agosto e março. A licitação do feijão na rede pública do município segue os mesmos padrões do arroz, segundo informações da nutricionista chefe da rede, e não foi realizada alteração de marca de produtos durante a coleta, sendo assim outros fatores podem estar influenciando os dados deste estudo, como por exemplo o lote dos produtos, ou seja dentro da mesma marca pode haver diferença entre os lotes. Não foram analisados diferentes lotes neste estudo.

Na rede são oferecidas carnes bovinas, de peixe, frango e porco durante todo o ano. Na análise das carnes o elemento Co apresentou diferença estatística apenas entre as médias dos meses de março ($16 \pm 11 \mu\text{g/Kg}$) e novembro ($25 \pm 13 \mu\text{g/Kg}$). Boa fonte de ingestão de Co são as carnes vermelhas. No mês de novembro foram analisadas mais amostras de carnes bovina, de porco e embutidos, que apresentaram maior concentração deste elemento, do que amostras de carne de peixe e frango quando comparadas com o mês de março.

Outro elemento que apresentou variação estatística significativa na categoria das carnes foi o Mn, entre as médias de junho ($3,4 \pm 3,0 \mu\text{g/g}$) e março ($2,1 \pm 2,2 \mu\text{g/g}$). Seria necessário uma investigação maior nesta questão para avaliar a diferença deste elemento, visto que há variação da concentração em um mesmo tipo de carne, por exemplo para carnes bovinas essa concentração variou de 0,7 a 3,3 $\mu\text{g/g}$.

4.3 Cálculo da Ingestão de elementos essenciais no almoço

O cálculo da ingestão dos elementos essenciais analisados foi realizado com as concentrações médias obtidas nas análises dos alimentos coletados e os dados de consumo médio fornecidos pela Secretaria Municipal de Educação.

As médias do consumo dos alimentos, evidenciados na Tabela 4, são dos alimentos crus, então, para efeito deste cálculo utilizou-se a média das concentrações em massa úmida para as carnes e para as verduras e legumes. Para o arroz e o feijão, devido a baixa umidade dos grãos, para os cálculos foi mantida a concentração em massa seca.

As tabelas 7 e 8 mostram as estimativas da ingestão diária dos elementos essenciais no almoço do Centro de Educação Infanti (CEI) e do Centro Municipal de Ensino Integrado (CEMEI), respectivamente, juntamente com as referências de ingestão diária, em função da idade, recomendadas pelo Institute of Medicine - IOM (1997, 2000, 2001, 2010), bem como a contribuição do valor encontrado na ingestão diária, expressa em porcentagem.

De acordo com a tabela a quantidade de cálcio ingerida representa apenas de 7% a 10% da quantidade necessária recomendada dependendo da idade. A mais importante fonte de ingestão de cálcio é o leite e seus derivados, que não estão presente no cardápio das escolas no período do almoço. Mesmo assim alguns países como os Estados Unidos, preconizam que deve-se haver um mínimo de ingestão de cálcio a ser atingido no almoço de escolares, que é 33% da RDA. Esta iniciativa é importante visto que muitas crianças tem dificuldades de aceitar leite e seus derivados mesmo em outras refeições, e muitas não realizam todas as refeições do dia.

Por outro lado, o elemento cobalto apresentou uma ingestão acima do recomendado diariamente. A referência de ingestão para o cobalto é expressa em termos de vitamina B12 (Anderson, 2005). E segundo o IOM (2001) não foram determinados os limites toleráveis de ingestão para a vitamina B12. Apesar da literatura sugerir que a ingestão elevada pode levar a um quadro de toxicidade marcado por superprodução de hemácias, hiperplasia da medula

óssea e aumento do volume sanguíneo (Anderson, 2005), não foi definido o limite a partir do qual estes efeitos se manifestam

Tabela 7 - Estimativa da ingestão dos elementos essenciais Ca, P, K, Na, Fe, Mn, Zn, Co, Se no almoço de escolares do CEI da rede municipal de ensino de Ribeirão Preto - SP e contribuição na ingestão diária

	Estimativa de Ingestão	Referência de ingestão diária ^c		Contribuição na ingestão (%)	
		1 a 3 anos	4 a 8 anos	1 a 3 anos	4 a 8 anos
Ca (mg)	67,9	700 ^b	1000 ^b	10	7
P (mg)	219	460 ^b	500 ^b	48	44
K (g)	0,62	3 ^a	3,8 ^a	21	16
Na (g)	0,39	1 ^a	1,2 ^a	39	32
Fe (mg)	2,1	7 ^b	10 ^b	30	21
Mn (mg)	0,5	1,2 ^a	1,5 ^a	42	33
Zn (mg)	2,3	3 ^b	5 ^b	76	46
Co (µg)	2,7	0,9 ^{b*}	1,2 ^{b*}	297	223
Se (µg)	7,1	20 ^b	30 ^b	36	24

^a Valores da ingestão recomendada adequada (AI).

^bValores da ingestão dietética recomendada (RDA).

* Os valores de ingestão de Cobalto (Co) são expressos em termos de vitamina B₁₂ (Anderson, 2005)

^c Fonte: IOM, 1997, 2000, 2001, 2002, 2010

A contribuição diária do potássio é baixa quando comparada as contribuições dos outros elementos na necessidade diária deste elemento, apesar deste estudo ter verificado médias de concentração acima das encontradas em outros estudos para o arroz e o feijão e médias semelhantes a outros estudos para a carne e os legumes e verduras. Esta situação pode

ter relação com a não presença de laticínios nesta refeição, uma vez que o leite e seus derivados também são importantes fontes deste elemento

Tabela 8 - Estimativa da ingestão dos elementos essenciais Ca, P, K, Na, Fe, Mn, Zn, Co, Se no almoço de escolares do CEMEI da rede municipal de ensino de Ribeirão Preto - SP e contribuição na ingestão diária

	Estimativa de Ingestão	Referência de ingestão diária ^c		Contribuição na ingestão (%)	
		4 a 8 anos	9 a 13 anos	4 a 8 anos	9 a 13 anos
Ca (mg)	89,7	1000 ^b	1300 ^b	9	7
P (mg)	310	500 ^b	1250 ^b	62	25
K (g)	0,80	3,8 ^a	4,5 ^a	21	18
Na (g)	0,52	1,2 ^a	1,5 ^a	44	35
Fe (mg)	2,9	10 ^b	8 ^b	29	36
Mn (mg)	0,68	1,5 ^a	1,9 ^{Ma} /1,6 ^{Fa}	45	36 ^M /43 ^F
Zn (mg)	3,3	5 ^b	8 ^b	65	41
Co (µg)	3,7	1,2 ^{b*}	1,8 ^{b*}	307	205
Se (µg)	10,1	30 ^b	40 ^b	34	25

^a Valores da ingestão recomendada adequada (AI).

^bValores da ingestão dietética recomendada (RDA).

* Os valores de ingestão de Cobalto (Co) são expressos em termos de vitamina B₁₂ (Anderson, 2005)

^M Valores de referência para crianças do sexo masculino.

^F Valores de referência para crianças do sexo feminino.

^c Fonte: IOM, 1997, 2000, 2001, 2002, 2010

A contribuição da ingestão de fósforo no almoço para meninos e meninas de 09 a 13 anos foi menor do que na outra faixa etária analisada (4 a 8 anos), devido a maior estimativa de necessidade de ingestão deste elemento na primeira faixa etária citada. Este é um fato que deve ser observado para evitar problemas de deficiência de fósforo que apesar de serem

considerados pouco prováveis em uma boa ingestão de proteínas e cálcio, podem levar a anormalidades neurológicas, musculares, esqueléticas, hematológicas e renais (Anderson, 2005).

A estimativa de ingestão de sódio foi de 390 mg para o CEI e de 520 mg para o CEMEI, baseando-se nos dados do consumo de alimentos fornecidos. A contribuição deste valor na ingestão diária variou entre 35% a 44% na CEI e de 32% a 39% na CEMEI. Segundo Avegliano (2009), na sua análise da cesta de mercado cerca de 21% sódio (Na) ingerido eram próprios dos alimentos, o restante são adicionados na forma de temperos durante o preparo.

É importante considerar que foi analisada somente uma refeição do dia escolar das crianças da rede municipal de ensino. Sendo assim, com exceção para o elemento químico cobalto (Co), todas as contribuições estiveram abaixo dos 100 %. O esperado é que o restante dessas necessidades seja suprido em outras refeições realizadas durante o dia. Este trabalho manteve seu foco na alimentação fornecida pela escola. Durante o trabalho não se teve acesso à alimentação consumida fora deste recinto. Sabe-se que muitas crianças não tem acesso a uma alimentação adequada e balanceada em suas residências, e que em alguns casos vão a escola pelas refeições, o que é comum em escolas de bairros mais periféricos, como as em que a alimentação deste estudo foi obtida. Por isso, casos de desnutrição e de doenças causadas pela deficiência de elementos químicos são comuns.

Muitos estudos tem relatado a influência da alimentação adequada na educação, aprendizagem, raciocínio e na inteligência. Benton (2001) relata que a suplementação de nutrientes pode influenciar o comportamento, o raciocínio e a coordenação, apesar de muitas crianças não responderem a suplementação, em casos de baixa ingestão a suplementação pode trazer bons resultados. Taras (2005) relata a importância da nutrição na performance escolar, ressaltando que uma refeição como o café da manhã pode melhorar a performance do aluno e sua habilidade cognitiva.

É importante que políticas públicas sejam implementadas de modo a garantir o acesso a alimentação que supra as necessidades e que estabeleçam parâmetros de ingestão condizentes com a realidade brasileira.

Em alguns países como o Estados Unidos agências reguladoras desempenham papel importante, estabelecendo limites de ingestão de alguns nutrientes e fibras em refeições de escolares como é o caso do *Food and Nutrition Service of the US Department of Agriculture* implementou em 1995 a *School Meals Initiative for Healthy Children* (SIM), que estabeleceu recomendações de ingestão dos elementos cálcio e ferro, de algumas vitaminas, carboidratos, gorduras, no almoço e café da manhã servidos nas escolas americanas. Em trabalho publicado em 2009, Crepinsek et al avaliaram refeições oferecidas e servidas em escolas públicas americanas, no almoço e no café da manhã. Crepinsek et al (2009), relata que cerca de três quartos das escolas cumprem com o mínimo estabelecido pela SIM, no almoço, fornecendo através de uma alimentação saudável 33% da RDA (Recommended Dietary Allowance) de cada nutriente. Este último trabalho também avalia as determinações do Governo Americano em que são estabelecidos padrões de ingestão de colesterol, sódio (Na) e fibras, segundo ele nenhuma das escolas avaliadas conseguiu reduzir a ingestão de sódio nas refeições, que tem seu padrão fixado em 767 mg/almoço, todas oferecem refeições com cerca de duas vezes este valor.

No Brasil, a legislação estabelece que a alimentação escolar deve suprir 20% das necessidades nutricionais de escolares matriculados em período parcial e cerca de 70% do requerido diariamente dos matriculados em período integral. No entanto, não estabelecem mínimos e limites por refeição. Dentro deste contexto, e considerando os elementos essenciais analisados, com exceção do cálcio e do potássio, os demais têm suas necessidades atendidas apenas no almoço considerando as recomendações em função da idade. É importante ressaltar que as recomendações de ingestão que este estudo se baseia, apesar de serem as mesmas

seguidas por nutricionistas, são estimativas para a população americana e canadense saudável, uma vez que não há recomendações para a população brasileira. Deste modo, como há diferenças populacionais estes valores podem ser insuficientes ou superestimados, afetando uma avaliação mais precisa da ingestão diária.

5. Conclusão

Os estudos de composição de nutrientes na dieta são importantes fontes de dados para a avaliação da qualidade da alimentação de uma população. Estes estudos ainda são limitados no Brasil, mas se executados poderão contribuir com o desenvolvimento de políticas públicas de interesse para a saúde de nossa população, visando a melhora na qualidade da alimentação. Este estudo procurou avaliar a alimentação de crianças, um grupo de indivíduos dentro de uma população que possui necessidades diferenciadas em questão de nutrientes.

A ingestão de nutrientes esteve em geral abaixo dos valores recomendados diários. Considerando que apenas o almoço servido as crianças foi avaliado neste estudo, os valores observados não seriam preocupantes e as quantidades restantes dos elementos químicos devem ser obtidas nas outras refeições do dia. No entanto, sabe-se que na maioria dos casos a refeição servida na escola é a única alimentação que muitas destas crianças recebem em um dia e, neste caso os valores observados representariam uma deficiência diária para quase todos os elementos químicos essenciais avaliados.

Entretanto, deve-se considerar que nem todas as crianças comem o que é oferecido e os valores estimados de ingestão são com base em média de consumo, sendo que determinadas crianças podem consumir mais ou menos determinados alimentos.

Finalmente, considera-se que este estudo trás dados importantes para avaliação da qualidade da alimentação servida na rede municipal do Município de Ribeirão Preto, contribuindo para o conhecimento preliminar da ingestão de alguns nutrientes essenciais por crianças em idade escolar, o que é de fundamental importância para um desenvolvimento saudável.

6. Referências Bibliográficas

ABALKHAIL B, SHAWKY S.. **Int J Food Sci Nutr**. 53:519-528, 2002.

AGGETT, P.J.. Functional effects of food: what do we Know in Children? **British Journal of Nutrition**, 92, S223-S226, 2004.

ANDERSON, J.B.J. Minerais. In: MAHAN, K.; ESCOTT-STUMP, S.(Ed.). **Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. 11 ed. São Paulo. Roca, 2005, p. 115-155.

AVEGLIANO, R. P. Estudo de Dieta Total no Estado de São Paulo: Estimativa de Ingestão Dietética de Elementos Tóxicos (Arsênio e Cádmio) e Essenciais (Cálcio, Cromo, Ferro, Selênio, Sódio, Potássio e Zinco). São Paulo: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – Universidade de São Paulo, 2009.

AVEGLIANO, R. P.; MAIHARA, V. A.; SILVA, F. F. A Brazilian Total Diet Study: Evaluation of essential elements. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.24, p. 1009-1016, 2011.

AVEGLIANO, R. P.; MAIHARA, V. A.; SILVA, F. F. Metodologia de Estudo de Dieta Total no Estado de São Paulo para estimativa de ingestão dietética de elementos tóxicos e essenciais: a elaboração da Cesta de Mercado (*Market Basket*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, p. 90-97, 2008.

BECKING, G. C.; NORDBERG, M.; NORDBERG, G.F.. Essential Metals: Assessing Risks from Deficiency and Toxicity. In: **Handbook on the toxicology of metals**. 2007.

BENTON, D. Micro-Nutrient Supplementation and the intelligence of children. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, v. 25, p. 297-309, 2001.

BRASIL. Constituição (1988). Emenda Constitucional nº 53, de 19 de dezembro de 2006. Dá nova redação aos arts. 7º, 23, 30, 206, 208, 211 e 212 da Constituição Federal e ao art. 60 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 dez. 2006. Seção 1, p. 5.

BRASIL. Lei 11.947 (2009). Emenda Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da educação básica; altera as Leis nºs 10.880, de 9 de junho de 2004, 11.273, de 6 de fevereiro de 2006, 11.507, de 20 de julho de 2007; revoga dispositivos da Medida Provisória nº 2.178-36, de 24 de agosto de 2001, e a Lei nº 8.913, de 12 de julho de 1994; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 jul. 2009.

CREPINSEK, M. K., GORDON, A. R., MCKINNEY, P. M., CONDON, E. M., WILSON, A. Meals Offered and Served in US Public Schools: Do They Meet Nutrient Standards? **Journal of the American Dietetic Association**, v.109, p. S31-S43, 2009.

FNDE. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Ministério de Educação**. 2009A. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/index.php/ae-apresentacao>>. Acesso em: 01 jul. 2012.

FNDE. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Ministério de Educação**. 2009B. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/index.php/ae-funcionamento>>. Acesso em: 01 jul. 2012.

FRANCESCHINI, S.C.C.; PIORE, S.E.; EUCLYDES, M.P. Necessidades e Recomendações de Nutrientes. In: CUPPARI, L. (Ed.). **Guia de nutrição: nutrição clínica no adulto**. 2 ed. Barueri, SP. Manole, 2005, p. 3-32.

GELEIJNSE J. M.; HOFMAN A.; WITTEMAN, J.C.M.; HAZEBROEK, A.A.J.M.; VALKENBURG, H.A.; GROBBEE; D.E.. **Hypertension** 29, 913–917, 1996.

GRANTHAM-MCGREGOR SM, CHANG S, WALKER SP. **American Journal Clinical Nutrition**. 1998, 67, 785S-789S.

IOM – Institute of Medicine. **Dietary Reference Intakes tables: elements table**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. Disponível em: <http://www.iom.edu/Object.File/Master/7/294/Webtableminerals.pdf>. Acesso em: 197-223. 10 ago. 2011.

IOM – Institute of Medicine. **DRI dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D and fluoride**. Washington, D.C.: National Academy Press, 1997.

IOM – Institute of Medicine. **DRI dietary reference intakes for calcium, and vitamin D**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2010.

IOM – Institute of Medicine. Selenium. In: **DRI dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium and carotenoids**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2000. p. 284-324.

LEBLANC, JC; GUERIN, T.; NOEL,L.; CALAMASSI-TRAN,G.; VOLATIER,J.C.; VERGER, P. Dietary Exposure Estimates of 18 Elements from the 1st French Total Diet Study. **Food Additives and Contaminants**, July 2005; 22(7): 624-641.

MAIHARA, V. A.; VASCONCELLOS, M. B. A.; CORDEIRO, M. B.; COZZOLINO, M. F. Estimate of toxic element intake in diets of pre-school children and elderly collected by duplicate portion sampling. **Food Additives and Contaminants**, v.15, p. 782-788, 1998.

NARDI, E. P.; EVANGELISTA, F. S.; TORMEN, L.; SAINTPIERRE, T. D., CURTIUS, A. J.; SOUZA, S. S.; BARBOSA, F. The use of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) for the determination of toxic and essential elements in different types of food samples. **Food Chemistry**, v.112, p. 727–732, 2009.

OLIVEIRA, M. N. Alimentação do pré-escolar e do Escolar. In: PALMA, D.; OLIVEIRA, F. L. C.; ESCRIVÃO, M. A. M. S.. **Guia de nutrição clínica na infância e na adolescência**. 1 edição. Barueri, São Paulo. Editora Manole, 2009.

POLLITT B. **Malnutrition and infection in classroom**. Paris: Unesco, 1990.

ROSE, M., BAXTER, M., BRERETON, N., BASKARAN, C. Dietary exposure to metals and other elements in the 2006 UK Total Diet Study and some trends over the last 30 years. **Food and Additives and Contaminants**, v. 27, p. 1380-1404, 2010.

SANTOS, E.E.; LAURIA, D.C.; PORTO DA SILVEIRA, C.L. Assessment of daily intake of trace elements due to consumption of foodstuffs by adult inhabitants of Rio de Janeiro city. **Science of the Total Environment**, v. 327, p. 69–79, 2004.

TACO. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. Versão II. -- 2. ed. -- Campinas, SP: NEPA-UNICAMP, 2006.113p.

TARAS, H. Nutrition and Student Performance at School. **Journal of School Health**. 75 (6), 199-213, 2005.

TRAMONTE, V. L. C. G. Sódio, Cloro e Potássio. In: COZZOLINO, S. M. F. (Org). **Biodisponibilidade de Nutrientes**. 3 ed. Atual. E ampl., Barueri: Manole, 2009. p. 494-512.

VOUTSA, D.; SAMARA, C. Dietary intake of trace elements and polycyclic aromatic hydrocarbons via vegetables grown in an industrial Greek area. **The Science of the Total Environment**, v. 218, p. 203 – 216, 1998.

WHO (2007) **REPORT OF THE REGIONAL WORKSHOP ON TOTAL DIET STUDIES Held in Jakarta-Indonesia**, 5-7 December 2007 Disponível em: <http://www.searo.who.int/LinkFiles/Publications_and_Documents_Report-TDS-Reg-Workshops.pdf> Acesso em: 20 jul. 2010.

WHO. World Health Organization. **GEMS/Food total diet studies**. Report of the 3rd international workshop on total diet studies, Paris, France, 14–21 May 2006. Geneva, Switzerland, World Health Organization Disponível em: <<http://www.who.int/foodsafety/chem/en/>> Acesso em: 20 jul. 2010

WHO. World Health Organization. **GEMS/Food. Food Safety** Department. Total Diet Studies: a recipe for safer food. 2005b. Disponível em: <http://www.who.int/foodsafety/chem/TDS_recipe_2005_en.pdf> Acesso em 20 jul. 2010

YSART, G.; MILLER, P.; CREWS, H.; ROBB, P.; BAXTER, M.; L'ARGY, C.; LOFTHOUSE, S., SARGENT, C., HARRISON, N. Dietary exposure estimates of 30 elements from the UK Total Diet Study. **Food Additives and Contaminants**, v.16, p. 391-403, 1999.

YSART, G.; MILLER, P.; CROASDALE, M.; CREWS, H.; ROBB, P.; BAXTER, M.; L'ARGY, C.; HARRISON, N. 1997 UK Total Diet Study – dietary exposure to aluminium, arsenic, cadmium, chromium, copper, lead, mercury, nickel, selenium, tin and zinc. **Food Additives and Contaminants**, v.17, p. 775-786, 2000.

ZUKOWSKA, J.; BIZIUK, M. Methodological Evaluation of Method for Dietary Heavy Metal Intake. **Journal of Food Science**, v. 73, p. 21 – 29, 2008.

ANEXOS

Anexo

Exemplos de componentes de cardápios¹

1) Centros de Educação Infantil (CEI)

1.1) Crianças de 4 a 6 meses

- **Desjejum** (a partir das 7h): leite modificado até 6 meses.
- **Colação** (a partir das 9h): suco de fruta (limão, laranja, maracujá).
- **Almoço** (a partir das 11h): papa de hortaliças, papa de carnes, leite modificado até 6 meses.
- **Lanche da tarde**: (a partir das 14h): papa de fruta e leite modificado até 6 meses.

1.2) Crianças de 7 a 12 meses

- **Desjejum** (a partir das 7h): leite modificado a partir de 6 meses.
- **Colação** (a partir das 9h): suco de fruta (limão, laranja, maracujá).
- **Almoço** (a partir das 11h): papa de leguminosa, papa de cereal, papa de hortaliça, papa de carne e leite modificado acima de 6 meses.
- **Lanche da tarde** (a partir das 14h): papa de fruta e leite modificado até 6 meses.

1.3) Crianças acima de 13 meses:

- **Desjejum** (a partir das 7h): leite enriquecido com ferro e vitaminas c/ chocolate e pão c/ margarina ou bolachas.

¹ Fonte: <http://www.ribeiraopreto.sp.gov.br/seducacao/unidades/il5u-descolar.php>. (14/09/2011)

- **Colação** (a partir das 9h): suco de frutas “in natura” (laranja ou limão ou maracujá).
- **Almoço** (a partir das 11h): Arroz ou Macarrão ou Polenta, Feijão, componente protéico (carne em tiras ou em cubos ou sobre coxa de frango ou peito de frango ou ovos ou salsicha ou empanado de frango), guarnição (hortaliça cozida), salada (hortaliça crua) e sobremesa (fruta).
- **Lanche da tarde** (a partir das 14h): Pão ou bolo ou cereal ou bolacha c/ margarina ou geléia, leite c/ chocolate e fruta da época.

2) Escolas Municipais de Educação Infantil (EMEIs)

1. Crianças acima de 4 anos

- **Desjejum** (a partir das 7h30): Bebida Láctea chocolate e pão c/ margarina.
- **Almoço** (a partir das 11h): Arroz ou Macarrão ou Polenta, Feijão, componente protéico (carne em tiras ou em cubos ou sobre coxa de frango ou peito de frango ou ovos ou salsicha ou empanado de frango), guarnição (hortaliça cozida ou crua), fruta.
- **Lanche da tarde**: Pão ou bolo ou torta salgada ou cereal ou bolacha c/ margarina ou geléia, bebida láctea chocolate ou morango ou suco de fruta (limão ou laranja ou maracujá), doce (goiabada ou bananada ou pudim) ou fruta (banana ou maçã ou mamão ou melão ou outra fruta da época).

3) Escolas Municipais de Ensino Fundamental (EMEFs)

3.1) Crianças acima de 6 anos

- **Desjejum** (a partir das 6h45): Bebida Láctea chocolate e pão c/ margarina.
- **Colação** (9h30): Fruta da época ou doce (bananada ou goiabada ou pudim).
- **Almoço** (a partir das 11h): Arroz ou Macarrão ou Polenta, Feijão, componente protéico (carne em tiras ou em cubos ou sobre coxa de frango ou peito de frango ou ovos ou salsicha ou empanado de frango), guarnição (hortaliça cozida ou crua).
- **Lanche da tarde**: Pão ou bolo ou torta salgada ou cereal ou bolacha c/ margarina, bebida láctea chocolate ou morango ou suco de fruta (limão ou laranja ou maracujá), doce (goiabada ou bananada ou pudim) ou fruta (banana ou maçã ou mamão ou melão ou outra fruta da época).