

CERES MATTOS DELLA LUCIA

**ARROZ FORTIFICADO COM FERRO, ZINCO, TIAMINA E
FOLATO: IMPACTO SOBRE O ESTADO NUTRICIONAL
DE PRÉ-ESCOLARES E BIODISPONIBILIDADE DE
FERRO E ZINCO EM RATOS WISTAR**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2013

CERES MATTOS DELLA LUCIA

**ARROZ FORTIFICADO COM FERRO, ZINCO, TIAMINA E FOLATO:
IMPACTO SOBRE O ESTADO NUTRICIONAL DE PRÉ-ESCOLARES E
BIODISPONIBILIDADE DE FERRO E ZINCO EM RATOS WISTAR**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 20 de março de 2013

Prof^a. Hércia Stampini Duarte
Martino
(Coorientadora)

Prof^a. Sylvia do Carmo Castro
Franceschini
(Coorientadora)

Prof^a. Raquel Vieira de Carvalho

Dr. Sérgio Duarte Segall

Prof^a. Helena Maria Pinheiro Sant'Ana
(Orientadora)

“Os pensamentos dos Homens deram mais ouro do que aquele que alguma vez foi retirado da Terra”.

(Napolean Hill)

Agradeço a Deus por todas as bênçãos e oportunidades que sempre me concedeu.

Dedico aos meus queridos pais, Lizete e Marco Túlio (*in memoriam*), e aos meus irmãos, Amanda e Emanuel.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as suas bênçãos derramadas sobre mim, pelo dom da vida e por permitir a minha chegada até aqui.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Nutrição e Saúde, pela oportunidade de realização da graduação, mestrado e doutorado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de doutorado e de iniciação científica e pelo financiamento do projeto de pesquisa e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de iniciação científica.

Ao *Program for Appropriate Techonology in Health (PATH)*, pela autorização da cessão do arroz fortificado (Ultra Rice®).

À Profa. Helena Maria Pinheiro Sant'Ana, pela orientação, amizade, conselhos e por sempre ter acreditado em mim, ao longo de todos esses anos. Foi uma grande honra ter me tornado uma profissional, pesquisadora e professora por meio de suas mãos.

À Prof^a. Hércia Stampini Duarte Martino pelo auxílio na condução dos experimentos de biodisponibilidade de minerais, pela correção dos artigos e por sempre ser tão solícita e amável em me atender.

À Prof^a. Sylvia do Carmo Castro Franceschini pelo inestimável apoio financeiro que permitiu a realização desse trabalho, pelas sugestões ao longo da condução do projeto, e pela doçura que transmite em cada palavra.

Ao Prof. José Benício Paes Chaves pela longa parceria e preciosas sugestões, pela participação na banca de qualificação e por ter aceitado o convite para suplente da banca de doutorado.

A Sérgio Duarte Segall pela parceria, simpatia, amizade e pela participação na banca de doutorado.

À Profa. Raquel Vieira de Carvalho, pela amizade e pela prontidão em aceitar o convite em participar da banca de doutorado.

À Profa. Neuza Maria Brunoro Costa pelo auxílio na condução do experimento de biodisponibilidade de ferro e participação na banca de qualificação para o doutorado.

À Profa. Silvia Eloiza Priore, pelo carinho, simpatia e por aceitar participar como suplente da banca de doutorado.

À Profa. Ana Maria Bartels Rezende, pelos ensinamentos sempre proferidos, seja no campo profissional ou pessoal, pela oportunidade e confianças sempre depositadas em mim e pelo aceite em participar como suplente da banca de doutorado.

Aos demais professores e funcionários do Departamento de Nutrição e Saúde pelos ensinamentos e colaborações.

Ao Prof. Guilherme Portari, pela solicitude na doação de padrões e orientação quanto à metodologia para análise de tiamina eritrocitária.

Às crianças participantes do estudo, por transmitirem tanta alegria e inocência em seus olhares e por terem permitido que essa pesquisa acontecesse.

Às professoras e diretoras das creches participantes do estudo, por confiarem em nosso trabalho e abrirem as portas para a condução desse estudo.

Aos profissionais e técnicos do Laboratório de Análises Clínicas da Divisão de Saúde da UFV, por serem tão amáveis e receptivos conosco e com as crianças de nosso estudo.

Às minhas queridas amigas e bolsistas de Iniciação Científica, Laura Luiza Menezes Santos e Kellen Cristina da Cruz Rodrigues, pela amizade tão preciosa, pela integral dedicação a este trabalho e pela disponibilidade em sempre ajudar, especialmente nos momentos mais difíceis.

À amiga presente em todas as horas, Tatiana Aguiar Montini, por sua meiguice e lealdade sem iguais.

Às estagiárias do curso de Nutrição, Débora Paiva, Paola Parreiras e Ana Cláudia Gonçalves, pelo auxílio em momentos de muito sufoco.

À Solange Bigonha pelo auxílio no planejamento do experimento de biodisponibilidade de zinco.

À Naiara Sperandio pela paciência em compartilhar seus conhecimentos sobre avaliação dietética conosco e à Daniela Alves, pelo auxílio no cálculo do Índice de Qualidade da Dieta.

À Camila, Laís e Juliana, minhas amigas e companheiras de república, por sua amizade e por tornarem esses anos em Viçosa ainda melhores de serem vividos.

Aos amigos Vitaminad@s, Fabiana Rossi Hamacek e Carlos Mário Martins Silveira, pelos momentos de tanta cumplicidade e por ocuparem um lugar especial em meu coração.

Ao amigo Leandro de Moraes Cardoso pela amizade e boa companhia diária, por ser tão solícito em sempre ajudar e pelo valioso auxílio nas análises estatísticas.

Aos demais Vitaminad@s queridos, Vívian Cristina da Cruz Rodrigues, Jéssica Miranda Butchers, Miriam Campos, Soraia Pinheiro, Tibério Barreira e Galdino Xavier, pelos momentos inesquecíveis nesse laboratório que é nosso segundo LAR.

A todos os meus amigos e colegas de Pós-Graduação, pelo ótimo tempo de convívio e de estudos.

Aos meus queridos pais, Lizete e Marco Túlio (*in memoriam*), por tudo o que fizeram por mim e por meus irmãos, pelo amor e pela confiança.

Aos meus irmãos, Amanda e Emanuel, por me encherem de orgulho e amor.

Ao meu namorado querido, Marco Antônio, pelo amor, incentivo, paciência e por me ensinar a ser uma pessoa melhor.

À minha família, a melhor que alguém poderia querer, pelo apoio, torcida, afago e amor.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Ceres Mattos Della Lucia nasceu em 11 de junho de 1984 no município de Três Corações, Minas Gerais.

Em maio de 2002, iniciou o curso de graduação em Nutrição na Universidade Federal de Viçosa (MG), concluindo-o em março de 2007. Foi bolsista de Iniciação Científica do PIBIC/CNPq durante o período de agosto de 2005 a julho de 2006, atuando em pesquisa sobre o controle de perdas de vitamina C e carotenoides em hortaliças servidas em uma Unidade de Alimentação e Nutrição Hospitalar, no município de Viçosa.

Em março de 2007, ingressou no Curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência da Nutrição da Universidade Federal de Viçosa (MG), atuando na linha de pesquisa 'Valor Nutricional, Funcional e Controle de Qualidade de Alimentos e de Dietas', obtendo o título de mestre em março de 2009.

Em fevereiro de 2009, ingressou na Universidade Vila Velha (UVV), onde permaneceu até fevereiro de 2010 e lecionou as disciplinas de Composição de Alimentos, Administração de Unidades de Alimentação e Nutrição, Nutrição Experimental e Saneamento e Vigilância em Saúde.

Em março de 2010, ingressou na primeira turma de doutorado do Curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência da Nutrição da Universidade Federal de Viçosa (MG) e pleiteou o título de doutora em março de 2013.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. OBJETIVOS.....	4
2.1. Objetivo Geral	4
2.2. Objetivos Específicos	4
3. RESULTADOS.....	5
3.1. Artigo 1: Os desafios da fortificação de alimentos.....	5
3.2. Artigo 2: Perfil socioeconômico e condições de saúde de pré-escolares de duas creches filantrópicas do município de Viçosa, MG	24
3.3. Artigo 3: Impacto da utilização de arroz fortificado com ferro, zinco, tiamina e ácido fólico no estado nutricional de pré-escolares	47
3.4. Artigo 4: Qualidade da dieta e consumo de nutrientes de pré-escolares: seria interessante a inclusão do arroz fortificado com micronutrientes na alimentação escolar?	76
3.5. Artigo 5: Iron bioavailability in wistar rats fed with fortified rice by Ultra Rice® technology with or without addition of yacon flour	109
3.6. Artigo 6: Biodisponibilidade de zinco em ratos Wistar alimentados com arroz fortificado com óxido de zinco	134
4. ANEXOS	150
Anexo 1: Questionário aplicado aos pais ou responsáveis pelas crianças.....	150
Anexo 2: Termo de Consentimento	152
Anexo 3: Aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (UFV)	153
Anexo 4: Planilha de registro do peso médio da porção servida.....	154
Anexo 5: Serviço de distribuição convencional: planilha de registro dos dados individuais.....	155
Anexo 6: Planilha de descrição dos alimentos / preparações e receitas	156
Anexo 7. Aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Animais da Universidade Federal de Viçosa (UFV)	157

RESUMO

DELLA LUCIA, Ceres Mattos, D.S., Universidade Federal de Viçosa, março de 2013. **Arroz fortificado com ferro, zinco, tiamina e folato: impacto sobre o estado nutricional de pré-escolares e biodisponibilidade de ferro e zinco em ratos Wistar.** Orientadora: Helena Maria Pinheiro Sant'Ana. Coorientadores: Hércia Stampini Duarte Martino, Sylvia do Carmo Castro Franceschini e José Benício Paes Chaves.

As deficiências de micronutrientes configuram-se como um importante problema de saúde pública emergente e de caráter mundial, sendo alvo de preocupação das autoridades e profissionais de saúde. O arroz fortificado com micronutrientes por meio da tecnologia Ultra Rice[®] (UR[®]) pode ser uma importante estratégia na prevenção e controle dessas carências nutricionais. Este estudo teve como objetivo avaliar o impacto da utilização de um arroz fortificado (Ultra Rice[®]) com ferro, zinco, tiamina e folato sobre o estado nutricional de pré-escolares e a biodisponibilidade de ferro e zinco em ratos Wistar. Foi realizado um estudo de intervenção com crianças em duas creches filantrópicas de Viçosa, MG, em que as mesmas foram submetidas a avaliações antropométricas e bioquímicas, no início e ao final do período de intervenção, bem como à avaliação dietética. As crianças de uma creche receberam arroz polido e as crianças da outra creche receberam UR[®] misturado ao arroz polido, numa proporção de 1:100, como parte da alimentação escolar. A aceitação do arroz foi avaliada pela análise do resto-ingestão. A biodisponibilidade de ferro em dietas contendo UR[®] e UR[®] adicionado de farinha de yacon foi avaliada em ratos pelo método de depleção/repleção de hemoglobina. Foram monitorados o peso corporal e o consumo alimentar dos animais e calculados o ferro hemoglobínico (Hb-Fe), a eficiência de regeneração da hemoglobina (HRE) e o valor biológico relativo (RBV). Após eutanásia, determinou-se o conteúdo de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) (ácidos acético, butírico e propiônico) a partir das fezes do conteúdo cecal dos animais e realizou-se a contagem de reticulócitos por meio da técnica do esfregaço. No ensaio sobre biodisponibilidade de zinco, ratos foram alimentados com dietas contendo duas diferentes fontes de zinco (UR[®] fortificado com óxido de zinco - dieta teste ou carbonato de zinco (ZnCO₃) – dieta controle), suprimindo 50 ou 100 % da recomendação desse mineral para esses animais. Foram avaliados o ganho de peso, a ingestão alimentar, o

coeficiente de eficiência alimentar, o peso, a espessura e o comprimento do fêmur, a retenção de zinco, cálcio e magnésio no fêmur e as concentrações de zinco no fêmur, plasma e eritrócitos. No estudo de intervenção, observou-se que o UR[®] melhorou o estado nutricional dos pré-escolares em relação às concentrações de zinco, tiamina, ácido fólico, hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM). Não foram detectadas diferenças entre o início e o final do período de intervenção quanto aos valores de hematócrito, hemoglobina e eritrócitos. Os pré-escolares apresentaram ganho de peso após os 4 meses de intervenção, sendo que, na creche teste, as medianas de escore-z para os índices peso por estatura (P/E) e índice de massa corporal por idade (IMC/idade) também foram significativamente maiores. O UR[®] apresentou excelente aceitação sensorial por parte das crianças. A ingestão de energia e de proteínas por crianças da faixa etária de 4 a 6 anos foi significativamente maior na creche teste, assim como foi maior o consumo de vitamina B₁, folato e ferro por crianças de 2 a 3 e de 4 a 6 anos. A média da pontuação total do Índice de Qualidade da Dieta (IQD) foi baixa em ambas as creches, indicando que a alimentação dos pré-escolares necessita de mudanças. No ensaio sobre biodisponibilidade de ferro, observou-se que a dieta contendo UR[®] apresentou alta biodisponibilidade, sendo observado um RBV de 84,6 %. Todavia, a adição de farinha de yacon à dieta contendo UR[®] promoveu redução significativa no valor de RBV (63,1 %). Houve diferença no conteúdo de AGCC sendo que, para o ácido acético, os grupos que receberam farinha de yacon apresentaram maiores valores comparados aos que não receberam. No ensaio sobre biodisponibilidade de zinco, a dieta controle proporcionou maior ganho de peso, coeficiente de eficiência alimentar, retenção de zinco e concentração de zinco no fêmur quando comparada à dieta teste. Entretanto, a ingestão alimentar, o comprimento e a espessura do fêmur, o zinco plasmático e o zinco eritrocitário não diferiram entre os grupos. O UR[®] mostrou-se como uma alternativa viável a ser utilizada na alimentação escolar, uma vez que os resultados dos estudos de biodisponibilidade de minerais e de intervenção foram promissores, indicando a eficácia de sua utilização.

Palavras-chave: Deficiência de micronutrientes; fortificação de alimentos; vitaminas; minerais; crianças.

ABSTRACT

DELLA LUCIA, Ceres Mattos, D.S., Universidade Federal de Viçosa, March, 2013. **Fortified rice with iron, zinc, thiamine and folate: impact on the nutritional status of preschoolers and bioavailability of iron and zinc.** Adviser: Helena Maria Pinheiro Sant'Ana. Co-Advisers: Hércia Stampini Duarte Martino, Sylvania do Carmo Castro Franceschini and José Benício Paes Chaves.

Micronutrient deficiencies are configured as a major emerging public health problem and of global character, being the subject of concern of the authorities and health professionals. The rice fortified with micronutrients through Ultra Rice[®] (UR[®]) technology may be an important strategy in the prevention and control of these nutritional deficiencies. This study aimed to evaluate the impact of the use of a rice (Ultra Rice[®]) fortified with iron, zinc, thiamine and folic acid on the nutritional status of preschoolers and the bioavailability of iron and zinc in Wistar rats. A study of intervention with children in two philanthropic preschool in Viçosa, MG, Brazil, was conducted, in which they underwent anthropometric and biochemical evaluations at the beginning and end of the intervention period, as well as dietary assessment. Children from a preschool received polished rice and children from the other preschool received UR[®] mixed with polished rice, at a ratio of 1:100, as part of school meals. The acceptance of the rice was evaluated by the analysis of rice rest-intake. The bioavailability of iron in diets containing UR[®] and UR[®] with yacon flour was evaluated in rats by the method of depletion/repletion of hemoglobin. The body weight and food intake of animals were monitored and the iron hemoglobin (Hb-Fe), the hemoglobin regeneration efficiency (HRE) and relative biological value (RBV) were calculated. After euthanasia, the content of short chain fatty acids (SCFA) (acetic, propionic and butyric acids) were determined from the stool and caecum contents of animals and the reticulocyte counting was conducted by the smear technique. In the essay on zinc bioavailability, rats were fed diets containing two different sources of zinc (UR[®] fortified with zinc oxide - test diet or zinc carbonate (ZnCO₃) - control diet), supplying 50 or 100 % of the recommendation of this mineral for animals. The weight gain, food intake, feed efficiency coefficient, weight, thickness and length of the femur, the retention of zinc, calcium and magnesium in the femur and femur zinc concentrations in plasma and erythrocytes were evaluated. In intervention study, it was observed that UR[®] improved the nutritional status of preschool children in relation to

concentrations of zinc, thiamine, folic acid, mean corpuscular hemoglobin (MCH) and mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC). No differences were found between the beginning and end of the intervention period as the values of hematocrit, hemoglobin and erythrocytes. Preschool children gained weight after 4 months of intervention and, in the test preschool, median of score-z for the indexes weight by height (W/H) and body mass index by age (BMI/age) were also significantly higher. The UR[®] showed good acceptability. The intake of energy and protein for children aged 4-6 years was significantly higher in the test preschool, as was higher the intake of vitamin B₁, folate and iron in children aged 2-6 years. The Healthy Eating Index (HEI) average total score was low in both preschools, indicating that the feeding of preschoolers needs changes. In the assay of iron bioavailability, it was found that the diet containing UR[®] showed high bioavailability of iron, being observed a RBV of 84.66 %. However, the addition of yacon flour to the diet containing UR[®] significantly reduced RBV (63.1 %). There were differences in the content of SCFA and, for acetic acid, groups that received yacon meal had higher values compared to those who did not. In the assay of zinc bioavailability, the control diet showed higher weight gain, feed efficiency ratio, retention of zinc and zinc concentration in the femur ($p < 0.05$) when compared to the test diet. However, food intake, the length and thickness of the femur, plasmatic and erythrocyte zinc did not differ between groups. UR[®] showed to be a viable alternative to be used in school feeding, since the results of the mineral bioavailability studies and intervention are promising, indicating the effectiveness of its use.

Keywords: Micronutrient deficiency; fortification of foods; vitamins; minerals; children.

1. INTRODUÇÃO GERAL

As deficiências de micronutrientes configuram-se como um importante problema de saúde pública emergente e de caráter mundial, mesmo em nível de carência subclínica ou marginal, presente tanto em países desenvolvidos e em desenvolvimento, sendo alvo de preocupação dos comitês nacionais e internacionais de saúde (FERRAZ et al., 2005). Entretanto, embora se observe declínio acentuado na desnutrição e aumento da epidemia de obesidade, fenômenos característicos do processo de transição nutricional, uma alta prevalência dessas deficiências ainda persiste (BATISTA FILHO, 1999).

Dados da literatura comprovam o impacto das deficiências de micronutrientes na morbidade e na mortalidade dos grupos populacionais mais vulneráveis, entre estes, as crianças em idade pré-escolar (CHRISTIAN et al., 2001). No Brasil, este panorama concentra-se praticamente em todas as regiões, de forma aguda ou crônica, caracterizando-se principalmente por deficiências de ferro (anemia ferropriva), zinco, vitamina A e ácido fólico (FILHO e RISSIN, 2003).

Estratégias para prevenção e controle destas deficiências de micronutrientes seriam o fácil acesso a uma alimentação equilibrada e diversificada, a suplementação medicamentosa, a biofortificação e a fortificação de alimentos. Devido ao difícil acesso a uma alimentação de qualidade nos dias atuais, pelo baixo nível de escolaridade e condições de vulnerabilidade socioeconômica, e aos riscos à saúde pela possibilidade de superdosagem medicamentosa, a fortificação de alimentos surge como forma viável de combate a estas carências, pois permite alta cobertura populacional, não altera hábitos alimentares e possui baixo risco de toxicidade (LEE, 2000).

Vários alimentos, incluindo o açúcar (ARROYAVE, 1981), o leite (HURREL, 1997), o óleo, biscoitos, bebidas e o arroz (DARY e MORA, 2002) têm sido explorados como potenciais veículos para a fortificação. Entre eles, o arroz é um candidato ideal para a fortificação porque se encontra bem adaptado à alimentação dos indivíduos e é um alimento básico em países onde deficiências específicas atingem altas prevalências (HURREL, 1997).

O arroz fortificado por meio da tecnologia Ultra Rice[®] (UR[®]) é similar ao arroz tradicional em tamanho, forma e textura, e pode contribuir para suprir as necessidades nutricionais de populações que têm esse alimento como base na sua dieta. Sua tecnologia de fortificação com micronutrientes inclui a adição de

vitaminas (tiamina e ácido fólico) e minerais (ferro e zinco) em um grão de arroz extrusado, produzido a partir da farinha de arroz (PATH, 1999). Os níveis dos agentes de fortificação podem ser concentrados nesses grãos, de forma a poderem ser misturados com o arroz convencional na proporção de 1:50 a 1:200 (LEE et al., 2000). A tecnologia de fortificação Ultra Rice[®] protege os micronutrientes inseridos no interior do grão produzido, reduzindo a degradação e conseqüente perda dos nutrientes no período de armazenamento e nas etapas de preparação do arroz (lavagem e cocção) (PATH, 1999).

Os grãos de UR[®] apresentam 7,68 % de umidade, 0,12 % de lipídios; 7,26 % de proteínas; 79,75 % de carboidratos, 0,96 % de fibra alimentar total e valor energético total de 349,12 kcal/100 g, valores similares aos encontrados no arroz polido cru, além de 4,2 mg de ferro, 2,1 mg de zinco, 0,36 mg de tiamina e 72 µg de ácido fólico (SILVEIRA, 2012).

Ainda são escassos na literatura estudos que tenham avaliado o impacto do UR[®] no estado nutricional de grupos vulneráveis da população, em especial, crianças em idade pré-escolar, que apresentam risco de carência de vitaminas e minerais. Uma vez que a região de Viçosa é considerada uma área endêmica para carências nutricionais que acometem negativamente o pleno desenvolvimento das crianças em idade pré-escolar, torna-se importante realizar o levantamento das condições nutricionais de pré-escolares nesse município e avaliar os efeitos da introdução do UR[®] na alimentação escolar. Além disso, existe a necessidade de se avaliar *in vivo* a biodisponibilidade do ferro e zinco presentes nos grãos de UR[®].

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARROYAVE, G.; MEJIA, L.A.; AGUILAR, J.R. The effect of vitamin A fortification of sugar on the serum vitamin A levels of preschool Guatemalan children: A longitudinal evaluation. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.34, p.41-49, 1981.

BATISTA FILHO, M. Alimentação, nutrição & saúde. In: ROUQUARYOL, Z.M.; ALMEIDA FILHO, N. **Epidemiologia & Saúde**, 5ª Ed., Rio de Janeiro, Editora Medsi, p. 353-374, 1999.

CHRISTIAN, P.; WEST, K. P.; KHATRY, S. K.; LECLERQ, S. C.; KIMBROUGH- PRADHAN, E.; KATZ, J. Maternal night blindness increases risk of mortality in the first 6 months of life among infants in Nepal. **Journal of Nutrition**, v. 131, n.5, p.1510-1512, 2001.

DARY, O.; MORA, J.O. Food fortification to reduce vitamin A deficiency: international vitamin A consultative group recommendations. **The Journal of Nutrition**, p. 2927S-2933S, 2002.

FERRAZ, I. S.; DANELUZZI, J. C.; VANNUCCHI, H.; JORDÃO, J. R. A. A. Prevalência da carência de ferro e sua associação com a deficiência de vitamina A em pré-escolares. **Jornal de Pediatria**, v. 81, p.169-174, 2005.

FILHO, M. B.; RISSIN, A. **A transição nutricional no Brasil: tendências regionais e temporais. Caderno de Saúde Pública**, v.19, p.181-191, 2003.

HURRELL, R.F. Preventing iron deficiency through food fortification. **Nutrition Review**, v.55, p.210-222, 1997.

LEE, J.; HAMER, M.L.; EITENMILLER, R.R. Stability of retinyl palmitate during cooking and storage in rice fortified with ultra rice fortification technology. **Journal of Food Science**, v.65, n.5, p.915-919, 2000.

PATH. Program for Appropriate Technology in Health. Seattle, Wa., Personal communication. Disponível em: <<http://www.path.org/>>. Acesso: 04 Dez 2012.

SILVEIRA, C.M.M. **Caracterização microbiológica e nutricional, aceitação sensorial e estabilidade de ácido fólico e tiamina em arroz fortificado (Ultra Rice®) após diferentes técnicas de cocção**. 2012. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Nutrição), Universidade Federal de Viçosa.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral:

Avaliar o impacto da utilização de um arroz fortificado com ferro, zinco, tiamina e folato no estado nutricional de pré-escolares e na biodisponibilidade de ferro e zinco em ratos Wistar.

2.2. Objetivos Específicos:

- ✓ Avaliar o estado nutricional dos pré-escolares participantes do estudo;
- ✓ Caracterizar as condições socioeconômicas e a história clínica e nutricional dos pré-escolares;
- ✓ Avaliar o impacto do UR[®] no estado nutricional dos pré-escolares em relação aos índices peso/idade, peso/altura, altura/idade e IMC/idade;
- ✓ Avaliar o impacto do UR[®] no estado nutricional dos pré-escolares em relação aos níveis de zinco sérico, tiamina eritrocitária, folato sérico e hemograma;
- ✓ Analisar a aceitação do UR[®] misturado ao arroz polido como parte da alimentação escolar, utilizando como parâmetro o resto-ingestão;
- ✓ Avaliar o consumo alimentar e calcular o Índice de Qualidade da Dieta (IQD) da alimentação dos pré-escolares;
- ✓ Avaliar a biodisponibilidade de ferro nos grãos de UR[®];
- ✓ Avaliar a biodisponibilidade de zinco nos grãos de UR[®].

3. RESULTADOS

3.1. Artigo 1: Os desafios da fortificação de alimentos

(Artigo publicado no Boletim do Centro de Processamento de Alimentos, v. 30, n.2, p. 197-208, 2012. Autores: Ceres Mattos Della Lucia, Juliana Farias de Novaes, Helena Maria Pinheiro Sant'Ana).

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo realizar uma revisão da literatura a respeito da fortificação de alimentos, seus benefícios e os principais desafios na obtenção de sucesso em programas de fortificação. O presente artigo discute sobre os níveis recomendados dos principais micronutrientes utilizados como agentes de fortificação e revisa os aspectos relacionados à adição de ferro, zinco, vitamina A e ácido fólico aos alimentos. O trabalho aborda, ainda, o uso de novas tecnologias no controle das deficiências de micronutrientes e a utilização do arroz como veículo de fortificação, resumindo os principais estudos desenvolvidos sobre o tema. A revisão da literatura permitiu concluir que a escolha correta dos micronutrientes fortificantes, o estabelecimento dos níveis de fortificação e a seleção do veículo adequado são algumas das questões fundamentais para a obtenção de sucesso dos programas de fortificação.

Palavras-chave: deficiências de micronutrientes; ferro; zinco; ácido fólico; vitamina A.

ABSTRACT

This study aimed to perform a review of the literature about food fortification and the main challenges in achieving success in fortification programs. This article discusses the recommended levels of the main micronutrients used as agents of fortification and reviews aspects related to the addition of iron, zinc, vitamin A and folic acid to foods. The paper also discusses the use of new technologies in controlling micronutrients deficiencies and the use of rice as a vehicle for fortification, summarizing the major studies conducted about this subject. The literature review showed that the correct choice of micronutrient used for fortification, the establishment of fortification

levels and the selection of suitable vehicle are some of the key issues for achieving success of fortification programs.

Keywords: micronutrient deficiencies; iron; zinc; folic acid; vitamin A.

1. INTRODUÇÃO

A deficiência de micronutrientes vem ganhando importância epidemiológica em relação à deficiência de energia e proteínas, o que tem chamado a atenção de profissionais e autoridades de saúde em todo o mundo (FERRAZ, DANELUZZI e VANNUCCHI, 2000). A maior parte dessas deficiências se manifesta de forma subclínica, não apresentando indícios evidentes de enfermidade, razão pela qual vem sendo chamada de fome oculta (DÍAZ, DE LAS CAGIGAS e RODRÍGUEZ, 2003).

Mais de 840 milhões de pessoas não consomem alimentos em quantidades suficientes para suprir suas necessidades diárias básicas de energia. População ainda maior, estimada em três bilhões de pessoas, sofre os efeitos da deficiência de micronutrientes porque não têm acesso a alimentos ricos em vitaminas e minerais, tais como carnes, frutas e hortaliças em quantidade suficiente. Mulheres e crianças da África Subsaariana, da Ásia Meridional, do Sudeste Asiático, da América Latina e do Caribe apresentam maior risco de contrair doenças, de morte prematura e de deterioração de sua capacidade cognitiva por consumirem dietas pobres em micronutrientes essenciais, particularmente ferro, vitamina A, iodo e zinco (NUTTI, CARVALHO e WATANABE, 2011).

Os distúrbios do estado nutricional, em especial os relacionados à deficiência de micronutrientes, podem ter causalidade múltipla. Essas deficiências constituem fatores de risco para a saúde e sobrevivência de grupos vulneráveis, como crianças em idade pré-escolar, gestantes e idosos (MARTINS *et al.*, 2007). A deficiência de minerais e vitaminas pode interferir em todo o desenvolvimento do indivíduo, com consequências tanto sob o ponto de vista físico, como social e econômico (NUTTI, CARVALHO e WATANABE, 2011).

A alimentação ideal precisa conter todos os nutrientes de que o ser humano necessita e todas as pessoas deveriam ter acesso à alimentação equilibrada. No entanto, certos nutrientes nem sempre estão disponíveis para a população, ou nem todos podem ter acesso a eles (ZANCUL, 2004). Além

disso, hábitos alimentares inadequados, falta de informação e de orientação nutricional são fatores que podem dificultar a adoção de uma alimentação saudável e contribuir para a deficiência de micronutrientes.

O objetivo do presente trabalho foi efetuar uma revisão sistemática da literatura a respeito da fortificação de alimentos e os principais desafios na obtenção de sucesso em programas de fortificação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se pesquisa bibliográfica retrospectiva das publicações dos últimos 20 anos utilizando as bases de dados *Pubmed*, *Science Direct*, *Scielo* e *HighWire Press*, além de outras fontes bibliográficas consideradas relevantes. Os descritores utilizados foram: fortificação, biofortificação, ferro, zinco, ácido fólico, vitamina A, deficiência de micronutrientes, arroz fortificado e seus correspondentes em inglês e espanhol.

3. FORTIFICAÇÃO DE ALIMENTOS

3.1. Os benefícios da fortificação de alimentos

Devido à industrialização e às mudanças no estilo de vida, verifica-se tendência crescente do consumo de alimentos que conduzem à menor ingestão de micronutrientes (VISIOLI e HAGEN, 2007).

O alto consumo de produtos industrializados e o baixo consumo de carnes e demais produtos de origem animal parecem representar uma das maiores razões para o aumento da prevalência de deficiências nutricionais em países em desenvolvimento. Crianças e mulheres em idade fértil são os segmentos mais vulneráveis (RANUM, 2001).

Estimativas sugerem que cerca de 815 milhões de famílias no mundo sofram de deficiência de micronutrientes (UNDERWOOD, 2003). Mesmo no ocidente, determinadas populações podem sofrer de deficiências de micronutrientes, como (1) famílias economicamente desfavorecidas que não possuem recursos para a compra de produtos fortificados; (2) indivíduos com determinados hábitos alimentares (por exemplo, bebês de mães veganas e macrobióticas) (BLACK, 2003), (3) indivíduos provenientes de populações que vivem em determinadas áreas com solos pobres (EICHHOLZER, 2003) ou (4) indivíduos que não contam com recursos para aquisição de alimentos variados para compor uma alimentação saudável.

Em geral, as quatro principais estratégias de intervenção em uso para melhorar os níveis de micronutrientes deficientes na dieta são: (1) o aumento da ingestão de alimentos ricos nesses micronutrientes, ou seja, a diversificação alimentar; (2) a administração periódica de doses elevadas desses micronutrientes (suplementação); (3) a fortificação de um ou mais itens alimentares comumente consumidos, e (4) a biofortificação (LEE, HAMER e EITENMILLER, 2000).

A diversificação alimentar envolve o consumo de grande variedade de alimentos para cobrir as necessidades de nutrientes. As comunidades que vivem no mundo em desenvolvimento dependem de fontes específicas de alimentos muitas vezes deficientes em alguns micronutrientes. Em tais condições, parece bastante racional adicionar outros componentes alimentares à dieta visando seu equilíbrio (GRAEBNER *et al.*, 2004). Entretanto, a eficácia dos programas de suplementação depende do nível de cobertura e conformidade. Por exemplo, o suplemento de ferro na forma de cápsulas e xarope não tem sido bem sucedido em países em desenvolvimento (BEINNER e LAMOUNIER, 2003). A suplementação com zinco, por sua vez, tem se mostrado eficaz na redução da morbidade e mortalidade por doenças infecciosas (BROWN *et al.*, 2007).

A fortificação de alimentos é mais econômica, flexível e socialmente aceitável para melhorar o estado nutricional dos indivíduos nos países em desenvolvimento. A adição de micronutrientes na margarina, no leite e em cereais, por exemplo, tem reduzido consideravelmente a ocorrência de deficiências. Idealmente, os alimentos mais consumidos pela maioria dos segmentos da população devem ser os escolhidos como veículo de fortificação (WAHLQVIST, 2008).

A fortificação de alimentos com a adição de vitaminas e minerais tem sido utilizada há bastante tempo (BACKSTRAND, 2000). No mundo industrializado, a fortificação de alimentos processados tem se mostrado eficiente para reduzir os riscos de deficiências de micronutrientes da população em geral (MORA *et al.*, 2000). A fortificação apresenta várias vantagens, mas também encontra dificuldades. Entre as vantagens estão a alta cobertura populacional, o fato de não modificar os hábitos alimentares e de apresentar baixo risco de toxicidade. As dificuldades estão ligadas ao consumo massivo do alimento, sua distribuição e preço (ZANCUL, 2004).

Nos programas de fortificação devem ser consideradas a quantidade consumida do alimento fortificado e a concentração do micronutriente a ser adicionado para que possam alcançar o efeito desejado (DARY e MORA, 2002). A eficiência da fortificação para corrigir, erradicar ou prevenir doenças específicas, causadas por deficiências de nutrientes, é amplamente reconhecida. No entanto, os programas de fortificação devem ser colocados em prática juntamente com outras ações que levem a combater ou a evitar outros problemas nutricionais, mediante alimentação composta por alimentos em seu estado natural (TORÚN, 1988).

Existem certos passos a serem seguidos para que o programa de fortificação de alimentos alcance bons resultados. Deve-se determinar a prevalência da deficiência do micronutriente, conseguir o suporte da indústria de alimentos e usar compostos com alta biodisponibilidade. É muito importante a seleção correta do tipo de composto a ser utilizado na fortificação, assim como do veículo de transporte, já que os alimentos podem interferir na absorção dos elementos, diminuindo sua biodisponibilidade (SALGUERIO *et al.*, 2002). Além disso, a quantidade de micronutrientes a ser adicionada nos alimentos não deve ultrapassar o valor determinado pela *Recommended Dietary Allowance* (RDA) para que não provoque efeitos colaterais nas pessoas e não mude as características do produto (ZANCUL, 2004). Outro fator muito importante a ser considerado para o sucesso dos programas de fortificação refere-se a alterações físico-químicas que podem ocorrer tanto no veículo de fortificação quanto no produto final, as quais precisam ser cuidadosamente monitoradas. A fortificação de produtos derivados de cereais, como é o caso da farinha de trigo integral, com novas fontes de ferro e zinco vem ganhando popularidade para superar a deficiência de micronutrientes nos países em desenvolvimento (AKHTAR, ANJUM e ANJUM, 2011).

3.2. Níveis de fortificação recomendados

A seleção e os níveis adequados do agente de fortificação representam os fatores mais importantes a serem levados em consideração. Por exemplo, a fortificação da farinha de trigo utilizando níveis adequados das formas mais biodisponíveis de ferro pode promover melhora do estado nutricional de ferro com risco muito menor de efeitos adversos. Estudos de eficácia indicam que o consumo diário de 7,1 mg de sulfato ferroso (equivalente a 7,1 mg de fumarato

férrico ou 10 mg de ferro eletrolítico) mediante produtos elaborados com farinha fortificada melhora o estado nutricional de ferro em mulheres em idade fértil (FFI, 2008). O nível de adição de ferro nos alimentos provenientes de cereais (farinha de trigo, farinha de milho e arroz branco) deve abranger de 25 mg de zinco/kg a 80 mg de zinco/kg, dependendo da necessidade de ferro adicional e do consumo de cereal pela população (RANUM, 1999).

A farinha de trigo pode ser fortificada com pelo menos 100 mg de zinco/kg sem efeitos adversos sobre as propriedades sensoriais e aceitabilidade dos produtos fortificados (ARREDONDO *et al.*, 2006). Ranum (2001) demonstrou que mesmo menores níveis de adição de zinco, em torno de 20 a 30 mg de zinco/kg, seriam benéficos para auxiliar o atendimento ds recomendações nutricionais. O mesmo autor afirmou ainda que o consumo diário de 100 g de cereais enriquecidos com 20 mg de zinco/kg é capaz de atender 20 % das necessidades diárias de zinco para crianças.

3.3. O ferro como agente de fortificação

A fortificação difere para cada micronutriente, sendo particularmente difícil para o ferro, devido à sua rápida oxidação (BOCCIO e IYENGAR, 2003). Mesmo o encapsulamento do ferro para reduzir a oxidação não tem trazido bons resultados (WEGMÜLLER, ZIMMERMANN e HURRELL, 2003). Os problemas associados à dificuldade da utilização do ferro como agente de fortificação levaram à proposição de sugestões exóticas, como cozinhar alimentos em panelas de ferro (PRINSEN, BRABIN e OMARI, 2003) ou a adição de ferro elementar à dieta (SWAIN, NEWMAN e HUNT, 2003), mas o sucesso de tais abordagens ainda é questionável e não comprovado.

Para que programas de fortificação com ferro sejam bem-sucedidos é necessário incluir o uso de formas solúveis de ferro, tais como o sulfato ferroso, adição de ácido ascórbico como promotor da absorção ou a utilização de NaFeEDTA para superar os efeitos negativos do ácido fítico (AKHTAR *et al.*, 2010). O ácido etileno diamino tetracético (EDTA), quelante capaz de se combinar com praticamente todos os minerais, tem sido utilizado em associação ao ferro e ao cálcio para aumentar a biodisponibilidade desses minerais (AKHTAR, ANJUM e ANJUM, 2011).

O NaFeEDTA, o sulfato ferroso e o fumarato ferroso são os agentes de fortificação preferidos para as farinhas de trigo e milho. A eficácia da

NaFeEDTA para melhorar o estado nutricional de ferro tem sido demonstrada em diversos estudos. Quando misturado com alimentos em diversos níveis de fortificação, o ferro contido no NaFeEDTA apresenta melhor absorção do que outras formas de ferro não-heme. Além disso, ele não é sensível aos inibidores de ferro contidos em muitos alimentos. Esse composto torna-se interessante principalmente para populações que se alimentam basicamente de cereais ou leguminosas. Além disso, devido à sua melhor capacidade de absorção e estabilidade química, não promove rancificação. Portanto, é adequado para uso como agente de fortificação na farinha de trigo (VITERI *et al.*, 1995).

A preocupação suscitada quanto ao consumo de NaFeEDTA parte do princípio de que os níveis dietéticos de EDTA são elevados nos países desenvolvidos, devido a sua utilização como conservante. No entanto, a ingestão diária aceitável (IDA) de EDTA é de 150 mg/pessoa/dia ou 2,5 mg/kg/dia. Dados de 1992 mostram que a média geral de exposição ao EDTA nos Estados Unidos da América (EUA) foi de 15 mg/pessoa/dia, sugerindo que o uso de NaFeEDTA como agente de fortificação pode ser possível nos EUA e, especialmente, nos países em desenvolvimento com consumo habitual mais baixo (INACG, 1993).

A bibliografia sobre o tema revela que muitos problemas de deficiência de ferro já foram reduzidos com a fortificação de alimentos. No Brasil, a deficiência de ferro e a anemia ferropriva são prevalentes, afetando mais de 50 % das crianças de seis a vinte e quatro meses de idade, principalmente em regiões pobres, e a fortificação de alimentos tem sido usada com sucesso. Em Ribeirão Preto (SP) foi realizado trabalho com adição de ferro na água potável oferecida nas creches a crianças em idade pré-escolar, que conduziu a resultados muito promissores após oito meses. As concentrações de hemoglobina e ferritina aumentaram significativamente nas crianças já nos primeiros quatro meses de intervenção (DUTRA DE OLIVEIRA e MARCHINI, 1996). Outro trabalho, realizado no município de Angatuba (SP), comprovou a eficácia da fortificação do leite fluido com 3 mg de ferro aminoácido quelato no combate à carência de ferro em crianças menores de quatro anos. Foram acompanhadas duzentos e sessenta e nove crianças que receberam, por dia, durante doze meses, um litro de leite fortificado. A anemia que estava presente em 62,3 % das crianças antes do início do trabalho foi reduzida para 26,5 % das crianças no final de doze meses, mostrando a viabilidade e a eficácia da

fortificação do leite fluido como medida de intervenção no combate à carência de ferro em pré-escolares (TORRES *et al.*, 1996).

No Chile, leite fortificado com 15 mg/L de sulfato ferroso foi ministrado a duzentos e setenta e seis crianças com mais de três meses de idade. Essas crianças foram comparadas com duzentos e setenta e oito crianças que receberam leite não fortificado. Após quinze meses de intervenção, 25,7 % das crianças que receberam leite não fortificado tinham anemia contra apenas 2,5 % que continuaram anêmicas após receberem leite fortificado (OLIVARES, 1989).

3.4. O zinco como agente de fortificação

Sérias preocupações surgem com a necessidade de se fortificar alimentos com zinco, especialmente nas populações de países em desenvolvimento, cujas dietas contêm fatores antinutricionais limitantes da biodisponibilidade desse micronutriente.

Vários sais de zinco estão disponíveis para a fortificação de alimentos. Esses sais variam em solubilidade de muito solúveis (sulfato e cloreto), levemente solúveis (acetato) e quase insolúveis (carbonatos e óxidos) (HENDERSON *et al.*, 1995). O óxido de zinco constitui a fonte mais comumente utilizada para a fortificação de alimentos à base de cereais, seguido pelo sulfato de zinco e, em menor extensão, pelo gluconato de zinco.

Compostos menos sensíveis à oxidação são mais fáceis de serem utilizados na fortificação de alimentos. Por exemplo, Rosado (2003) relatou esforços bem sucedidos para fortificar a farinha de trigo com óxido de zinco (20 - 50 mg/kg) e gluconato de cobre (1,2 - 3,0 mg/kg). No entanto, a fortificação com gluconato de cobre parece ser desnecessária, pois os grãos de cereais integrais também representam fonte rica de cobre e, portanto, devem ter seu consumo estimulado (STANNER, 2003).

3.5. A vitamina A como agente de fortificação

As formas comerciais mais importantes de vitamina A são retinil acetato e retinil palmitato. Essas substâncias químicas em sua forma purificada têm sido adicionadas aos alimentos, principalmente como corantes. No entanto, os alimentos também podem carregá-los visando aumentar o consumo de vitamina A das populações (LOTFI *et al.*, 1996).

Estudo realizado com a população urbana pobre da Guatemala mostrou a fortificação de alimentos como importante contribuição para o aumento geral da ingestão de vitamina A (KRAUSE, DELISLE e SOLOMONS, 1998).

Da mesma maneira que são necessários certos cuidados na escolha de alimentos para fortificação com ferro (devido a mudanças que podem ocorrer nas suas características e na biodisponibilidade do micronutriente), assim também é necessária a seleção de compostos e de alimentos adequados a serem usados como veículos na fortificação com vitamina A (ZANCUL, 2004).

O uso de óleo vegetal fortificado com vitamina A constitui técnica simples e de baixo custo. No Brasil, a vitamina A adicionada no óleo usado na alimentação básica para cozimento de arroz mostrou significativo aumento das reservas dessa vitamina no fígado das pessoas alvo do estudo (DARY e MORA, 2002). Outra pesquisa mostrou a viabilidade do uso de óleos vegetais, como o óleo de soja, na fortificação com vitamina A. O estudo comprovou a estabilidade da vitamina A adicionada ao óleo de soja durante o cozimento dos alimentos. No cozimento do arroz foram preservados 99 % da vitamina A adicionada ao óleo de soja e no feijão, cozido por aproximadamente 90 minutos, houve preservação de 88 % da vitamina A. Quando o feijão foi cozido em panela de pressão por 40 minutos, 90 % da vitamina A foi preservada. (FÁVARO *et al.*, 1991).

3.6. O ácido fólico como agente de fortificação

O desafio em relação à fortificação com ácido fólico envolve sua alta solubilidade em água que dificulta sua manutenção, por exemplo, em grãos de arroz durante a cocção. Nos casos em que os cereais não podem ser fortificados, tem-se como alternativa a adição desse micronutriente ao leite de vaca, o qual pode ser misturado com cereais pré-cozidos (SHRESTHA, ARCOT e PATERSON, 2003).

Estudos relataram a importância do ácido fólico na prevenção dos defeitos do tubo neural (DTN), apesar do seu mecanismo de ação ainda ser pouco compreendido (BOYLES *et al.*, 2003). Indicações de redução, em torno de 50 % a 70 %, na ocorrência de tais defeitos congênitos após a suplementação periconcepcional desse nutriente têm feito com que várias organizações de saúde recomendem a sua utilização (IOM, 1998). O *Centers for Diseases Control and Prevention* (CDC), em 1992, recomendou a

administração diária (três meses antes da concepção até o primeiro trimestre da gestação) de 0,4 mg de ácido fólico a mulheres em idade fértil para a prevenção da primeira ocorrência de DTN e de 4 mg para a redução do risco de recorrência (IOM, 1998). O *Institute of Medicine* (IOM) estabeleceu nos Estados Unidos, em 2000, a dose de 400 µg/dia para mulheres adultas não gestantes e de 600 µg/dia para gestantes (IOM, 1998). No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) elevou as recomendações nutricionais de ingestão diária de ácido fólico conforme proposto pelo IOM (PACHECO *et al.*, 2009).

Visando garantir ampla cobertura da estratégia de suplementação de ácido fólico à população de gestantes, 40 países instituíram a medida da fortificação de alimentos consumidos em larga escala com ácido fólico para a prevenção da ocorrência de DTN (SANTOS e PEREIRA, 2007). Pesquisa realizada em 45 estados dos EUA (HONEIN *et al.*, 2001) constatou redução de 19 % na ocorrência de defeitos de fechamento do tubo neural após a implantação da medida. Na Ilha de Newfoundland, Canadá, foi observada redução de 78 % na prevalência de DTN após o período mandatório de fortificação com ácido fólico (LIU *et al.*, 2004).

A ANVISA, considerando a recomendação da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), tornou obrigatória a fortificação das farinhas de trigo e de milho com 150 µg/100 g de ácido fólico a partir de junho de 2004 (SANTOS e PEREIRA, 2007). No entanto, não foram encontrados estudos avaliando a efetividade dessa medida sobre a prevalência de DTN no Brasil.

3.7. O uso de novas tecnologias: o arroz como veículo de fortificação

Vários alimentos, incluindo o açúcar (ARROYAVE, MEJIA e AGUILAR, 1981), a soja (FAVARO *et al.*, 1991), o leite (HURREL, 1997), o óleo, a farinha e o arroz (MURPHY *et al.*, 1992) têm sido explorados como potenciais veículos para a fortificação. Entre eles, o arroz tornou-se o candidato ideal para a fortificação por ser alimento básico nos países em que deficiências específicas atingem altas prevalências (HURREL, 1997). O arroz ocupa posição de destaque no celeiro mundial como o cereal mais consumido entre os povos, sendo superado em produção apenas pelo trigo, o que demonstra seu alcance como veículo de fortificação (PESTANA, MENDONÇA e ZAMBIAZI, 2008).

Tentativas envolvendo a fortificação do arroz foram mal-sucedidas, devido ao hábito de lavar e cozinhar o arroz que resultam na lixiviação do componente utilizado para enriquecimento (HOFFPAUER, 1992). Entretanto, foi criada uma tecnologia que superou essa barreira. Grãos quebrados e trincados, que geralmente compreendem de 20 % a 30 % da colheita e são desviados para fins de alimentação animal ou fabricação de cerveja, podem ser transformados em farinha de arroz e combinados com aglutinante e outros nutrientes fortificantes. Ao serem remodelados, passam a apresentar o mesmo tamanho, forma e textura do arroz convencional. Os níveis dos agentes de fortificação podem ser concentrados nos grãos a serem misturados com o arroz convencional na proporção de 1:50 a 1:200. O produto final obtido pode fornecer 100 % das necessidades diárias dos micronutrientes para crianças que consomem quantidades habituais de arroz (LEE, HAMER e EITENMILLER, 2000).

A tecnologia *Ultra Rice*[®] (UR) de fortificação foi desenvolvida no final de 1980, por James Cox e Duffy Cox, em Lynden, Washington. Desde essa época, modificações na formulação e no processo de fabricação foram realizadas para tornar o produto mais semelhante ao arroz convencional, melhorar suas características sensoriais e aumentar sua capacidade de carrear maior variedade de fortificantes. Em 1997, a patente do UR[®] com vitaminas foi doada para o *Program for Appropriate Technology in Health* (PATH, 1999). A maioria dos países não consegue fornecer de forma universalizada o acesso ao alimento ou, em escala mais avançada, o acesso à dieta balanceada. Assim, o PATH vem trabalhando em conjunto com diversas universidades, agências internacionais e também com a iniciativa privada para o desenvolvimento de tecnologia capaz de fornecer de modo simples, viável e economicamente acessível estratégia para minimizar ou mesmo eliminar a questão das deficiências de micronutrientes ao redor do mundo (PATH, 1999).

Estudo clínico com crianças em idade escolar no Brasil confirmou a eficácia do UR[®] na melhoria dos níveis de retinol sérico (FLORES *et al.*, 1994). Outro estudo na Indonésia demonstrou a viabilidade da mistura do UR[®] em pequenos engenhos rurais e mostrou excelente aceitação de mercado do produto fortificado resultante (PATH, 1999). Em outro trabalho, realizado na Venezuela, Garcia-Casal *et al.* (1998) relataram que a presença de vitamina A no trigo, milho e arroz aumentou a absorção do ferro não-heme, sugerindo que

a vitamina A impediu o efeito inibitório de fitatos sobre a absorção de ferro na dieta.

Pesquisa efetuada na Índia, com duração de sete meses, envolveu crianças em idade escolar e o uso do UR[®] fortificado com ferro. Foram verificados efeitos positivos nos níveis de ferritina sérica (FS), mas não nos níveis de hemoglobina (Hb). Embora as crianças tenham sido desparasitadas antes e durante o ensaio, os autores sugeriram que a inexistência de impacto nos níveis de Hb pode estar relacionada a infecções endêmicas e carências generalizadas de micronutrientes (MORETTI *et al.*, 2006).

Em trabalho realizado na região metropolitana de Belo Horizonte, com duração de 5 meses, UR[®] com pirofosfato férrico micronizado e solução placebo foram administrados a grupo de crianças entre 6 e 24 meses (n = 175), com anemia leve, num esquema duplo cego e aleatório. Outro grupo recebeu arroz não fortificado e suplemento de ferro administrado via oral sob a forma de gotas. A dosagem das concentrações de ferritina sérica (FS) e de hemoglobina (Hb) foi efetuada na data do início do estudo e ao final dos 5 meses. Na fase inicial, a prevalência de deficiência de ferro e de anemia na amostra total foi de 100 % e 73,1 %, respectivamente. Ao final dos 5 meses, as concentrações de FS e de Hb aumentaram em ambos os grupos, sendo a alteração no grupo alimentado com UR[®] estatisticamente superior. O UR[®] com pirofosfato férrico micronizado aumentou as reservas de ferro e reduziu a incidência de anemia no grupo de crianças com anemia leve e idade entre 6 e 24 meses (PESSOA, 2009).

A Tabela 1 demonstra o delineamento e os principais achados de outros estudos que tiveram como objetivo avaliar a estabilidade de micronutrientes no UR[®] e seu impacto no estado nutricional de grupos específicos da população.

Tabela 1. Estudos envolvendo a utilização do Ultra Rice® (UR®)

Grupo de pesquisa	País/Ano	População	Objetivos	Detalhes do estudo	Métodos	Resultados	Referência
Programa de Nutrição Internacional, Departamento de Nutrição, Universidade da Califórnia-Davis, EUA	Nepal, Estados Unidos, 2000-2003	384 gestantes nepalesas com cegueira noturna	Avaliar o efeito do consumo diário de pequenas doses de vitamina A a partir de fontes naturais, UR® e suplemento de retinil palmitato para o tratamento da deficiência de vitamina A e aumento dos níveis plasmáticos de retinol em gestantes com cegueira noturna.	Duração do consumo: 6 semanas. Formulação estudada: UR® com vitamina A. Marcadores: resposta da pupila, retinol plasmático	Gestantes com cegueira noturna foram randomicamente selecionadas em grupos numerados de 1 a 6 para receber, durante 6 semanas, 6 dias/semana, 850 mcg de RE/dia como UR®, fígado, cenouras ou cápsulas. Foram mensuradas as concentrações plasmáticas de retinol, carotenoides, tocoferóis, ferritina, zinco, hemoglobina e proteína C reativa e realizou-se a avaliação antropométrica antes e após o período de intervenção. Durante as visitas domiciliares, a frequência de consumo de alimentos ricos em vitamina A e a adaptação ao escuro foram avaliadas	Nas gestantes com cegueira noturna, as respostas pupilares aumentaram significativamente durante o período de intervenção. Melhorias na adaptação ao escuro foram mais observadas no grupo que consumiu fígado. As concentrações de retinol plasmático aumentaram significativamente no grupo que utilizou as cápsulas de retinol e fígado quando comparados aos outros grupos. As melhorias quanto à adaptação ao escuro não diferiram significativamente entre as mulheres que receberam fígado, cenouras, cápsulas de retinol ou UR®.	Haskell <i>et al.</i> , 2005
Centro de Investigação em Nutrição e Saúde, PATH	México, 2005	180 mulheres de 18-49 anos	Testar a eficácia do UR® fortificado com pirofosfato férrico microencapsulado (20 mg/dia) na melhora do estado nutricional de mulheres mexicanas	Duração do consumo: 6 meses Fórmula estudada: UR® com pirofosfato férrico Marcadores: ferritina plasmática, receptores de transferrina, proteína C reativa	Em um estudo randomizado, cego, controlado, mulheres foram recrutadas em 6 fábricas e receberam porções diárias de arroz cozido (placebo e UR®) durante 5 dias por semana pelo período de 6 meses. No início e ao final do estudo, foi realizada coleta sanguínea para análise	No grupo que consumiu UR®, a anemia foi reduzida em 80 % e a deficiência de ferro em 29 %. A concentração de ferritina plasmática e os estoques de ferro foram significativamente maiores, e os receptores de transferrina foram menores no grupo que consumiu UR®	Hotz <i>et al.</i> , 2008

Tabela 1. Continuação.

Grupo de pesquisa	País/Ano	População	Objetivos	Detalhes do estudo	Métodos	Resultados	Referência
Food Bio Tek Corp., Toronto, Canada	Canadá, 2008	Não foram conduzidos ensaios clínicos	Investigar a estabilidade de tiamina e seu efeito sobre as propriedades sensoriais no UR [®] na presença de fumarato ferroso	Duração da estocagem: 20 semanas. Formulação estudada: ferro (fumarato ferroso) e tiamina (mononitrato de tiamina)	Três fórmulas foram produzidas contendo fumarato ferroso, tiamina, e três diferentes combinações de antioxidantes. Estudos de estabilidade foram conduzidos a variáveis temperaturas e condições de umidade relativa com medidas a 6, 12 e 20 semanas	Este estudo demonstrou a possibilidade de incorporar fumarato ferroso microencapsulado em uma formulação de UR [®] contendo vitamina B ₁ .	Li, <i>et al.</i> , 2008.
Food BioTek Corp., Toronto, Canada	Canadá, 2005	Não foram conduzidos ensaios clínicos	Desenvolver formulação de UR [®] incorporando zinco ferro e vitaminas do complexo B de modo a manter a cor e a biodisponibilidade do ferro, ao longo do tempo de prateleira do grão.	Duração do período de estocagem: 6 meses; Formulação estudada: ferro (pirofosfato férrico, fumarato ferroso), tiamina (mononitrato de tiamina), ácido fólico, niacina (nicotinamida) e zinco (óxido de zinco)	Dezesseis formulações foram feitas utilizando quatro diferentes compostos de ferro e quatro combinações de antioxidantes. Estudos de estabilidade foram conduzidos a variáveis condições de temperatura e umidade. As amostras foram examinadas a cada 6 a 8 semanas em relação ao conteúdo de micronutrientes, cor e rancidez	O estudo mostrou ser possível produzir UR [®] com boa vida-de-prateleira combinando vitaminas do complexo B, ferro e zinco. A formulação mostrou boa estabilidade de micronutrientes e sofreu mudanças mínimas na cor e sabor, por período superior a 6 meses	Diosady & Li, 2007.

4. CONCLUSÃO

As deficiências de micronutrientes podem trazer sérias consequências à saúde e economia mundiais, especialmente em países em desenvolvimento. Embora a erradicação da deficiência de micronutrientes sempre tenha sido prioridade na agenda das organizações internacionais, esse problema ainda persiste. A estimativa correta da prevalência de deficiência de micronutrientes, a implementação de políticas de decisão, a escolha de micronutrientes fortificantes, o estabelecimento dos níveis de fortificação e a seleção do veículo adequado são algumas das questões fundamentais para a obtenção de sucesso dos programas de fortificação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKHTAR, S.; ANJUM, F.M.; ANJUM, M.A. Micronutrient fortification of wheat flour: recent development and strategies. **Food Research International**, v.44, p.652-659, 2011.

AKHTAR, S.; REHMAN, Z.U.; ANJUM, F.M.; ALI, Z.; NISAR, A. Bioavailability of iron and zinc fortified whole wheat flour in rats. **Pakistan Journal of Zoology**, v.43, p.771-779, 2010.

ARREDONDO, M.; MARTÍNEZ, R.; NÚÑEZ, M.T.; RUZ, M.; OLIVARES, M. Inhibition of iron and copper uptake by iron, copper and zinc. **Biological Research**, v.39, p.95-102, 2006.

ARROYAVE, G.; MEJIA, L.A.; AGUILAR, J.R. The effect of vitamin A fortification of sugar on the serum vitamin A levels of preschool Guatemalan children: a longitudinal evaluation. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.34, p.41-49, 1981.

BACKSTRAND, J.R. The history and future of food fortification in the United States: a public health perspective. **Nutrition Research**, v.60, p.15-26, 2002.

BEINNER, M.A.; LAMOUNIER, J.A. Recent experience with fortification of foods and beverages with iron for the control of iron-deficiency anemia in Brazilian children. **Food and Nutrition Bulletin**, v.24, n.3, p.268-274, 2003.

BLACK, M.M. Micronutrient deficiencies and cognitive functioning. **Journal of Nutrition**, v.133, p.3927S-3931S, 2003.

BOCCIO, J.R.; IYENGAR, V. Iron deficiency: causes, consequences and strategies to overcome this nutritional problem. **Biology Trace Element Research**, v.94, p.1-31, 2003.

BOYLES, A.B. *et al.* Neural Tube defects and folate pathway genes: family-based association tests of gene-gene and gene-environment interactions. **Environmental Health Perspectives**, v.114, n.10, p.1547-52, 2006.

BROWN, K.H.; WESSELLS, K.R.; HESS, S.Y. Zinc bioavailability from zinc-fortified foods. **International Journal for Vitamin and Nutrition Research**, v.77, p.174-181, 2007.

DARY, O; MORA, J.O. Food fortification to reduce vitamin A deficiency: International Vitamin A Consultative Group Recommendations. **Journal of Nutrition**, v.132, p.2927S –2933S, 2002.

DÍAZ, J.R.; DE LAS CAGIGAS, A.; RODRÍGUEZ, R. Micronutrient deficiencies in developing and affluent countries. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.57, S70-72, 2003.

DIOSADY, L.; L.I.; O.Y. Final report on phase II report on the development and stability testing of an iron-containing formulation of Ultra Rice. **International Journal of Food Science and Technology**. Disponível em: <http://agfacs.tnstate.edu/uno/Resumes/Olive_Li_CV_TSU.pdf>. Acesso em: 30 maio 2011.

DUTRA-DE-OLIVEIRA, J.E.; MARCHINI, J.S. Fortification of drinking water with iron: a new strategy for combating iron deficiency in Brazil. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.63, p.612-614, 1996.

EICHHOLZER M. Micronutrient deficiencies in Switzerland: causes and consequences. **Journal of Food Engineering**, v.56, p.171-179, 2003.

FAVARO, R.M.D.; FERREIRA, J.F.; DESAI, I.D.; DE OLIVEIRA, J.E.D. Studies on fortification of refined soybean oil with all-trans-retinyl palmitate in Brazil: stability during cooking and storage. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.4, p.237-244, 1991.

FERRAZ, I.S.; DANELUZZI, J.C.; VANNUCCHI, H. Vitamin A deficiency in children age 6 to 24 months in São Paulo State, Brazil. **Nutrition Research**, v.20, p.757-768, 2000.

Flour Fortification Initiative (FFI). **Second technical workshop on wheat flour fortification: practical recommendations for National Application Summary Report**. Stone Mountain, Georgia, USA, 2008.

FLORES, H.; CAMPOS, F.A.C.; SILVA, M.B.M.; LINS, H.; BARRETTO, E.; ALBUQUERQUE, S. **Efficacy of vitamin A enriched rice in the treatment and prevention of vitamin A deficiency**. Unpublished report. Department of Nutrition, Center of Health Science, Federal University of Pernambuco, Brazil, 1994.

GARCIA-CASAL, M.N.; LAYRISSE, M.; SOLANO, L.; BARON, M.A.; ARGUELLO, F.; LLOVERA, D.; RAMIREZ, J.; LEETS, I.; TROPPER, E. Vitamin A and β -carotene can improve non-heme iron absorption from rice, wheat and corn by humans. **Journal of Nutrition**, v.128, p.646-650, 1998.

GRAEBNER, I.T.; SIQUEIRA, E.M.A.; ARRUDA, S.F.; DE SOUZA, E.M.T. Carotenoids from native Brazilian dark green vegetables are bioavailable: a study in rats. **Nutrition Research Reviews**, v.24, p.671–679, 2004.

HASKELL, M.J.; PANDEY, P.; GRAHAM, J.M.; SHRESTHA, R.K.; BROWN, K.H. Recovery from impaired dark adaptation in nightblind pregnant Nepali women who receive small daily doses of vitamin A as amaranth leaves, carrots, goat liver, vitamin A-fortified rice or retinyl palmitate. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.81, p. 461-471, 2005.

HENDERSON, L.M. *et al.* Effect of intragastric pH on the absorption of oral zinc acetate and zinc oxide in the young health volunteers. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, v.19, p.393–397, 1995.

- HOFFPAUER, D.W. Rice enrichment for today. **Cereal Foods World**, v.37, p.757-759, 1992.
- HONEIN, M.A.; PAULOZZI, L.J.; MATHEWS, T.J.; ERICKSON, J.D.; WONG, L.Y. Impact of folic acid fortification of the US food supply on the occurrence of neural tube defects. **Journal of the American Medical Association**, v.285, n.23, p. 2981-2986, 2001.
- HOTZ, C.; PORCAYO, M.; ONOFRE, G.; GARCIA-GUERRA, A.; ELLIOTT, T.; JANKOWSKI, S.; GREINER, T. Efficacy of iron-fortified Ultra Rice in improving the iron status of women in Mexico. **Food and Nutrition Bulletin**, v.29, n.2, p.140-149, 2008.
- HURRELL, R.F. Preventing iron deficiency through food fortification. **Nutrition Review**, v.55, p.210-222, 1997.
- INACG. International Nutritional Anaemia Consultative Group. **Iron EDTA for food fortification**. Washington DC: The Nutrition Foundation/ILSI, 1993.
- IOM. Institute of Medicine. Food and Nutrition Board. **Folic acid - dietary reference intakes: Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline**. Washington: National Academy Press, 1998. p.193-305.
- KRAUSE, M.V.; DELISLE, H.; SOLOMONS, N.W. Fortified foods contribute one half of recommended vitamin A intake poor urban Guatemalan toddlers. **Journal of Nutrition**, v. 128, p. 860-864, 1998.
- LEE, J.; HAMER, M.L.; EITENMILLER, R.R. Stability of retinyl palmitate during cooking and storage in rice fortified with ultra rice fortification technology. **Journal of Food Science**, v.65, n.5, p.915-919, 2000.
- LI, Y.; DIOSADY, L.; JANKOWSKI, S. Stability of vitamin B1 in Ultra Rice in the presence of encapsulated ferrous fumarate. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v.59, n.1, p.24-33, 2008.
- LIU, S. *et al.* A comprehensive evaluation of food fortification with folic acid for the primary prevention of neural tube defects. **BMC Pregnancy Childbirth**, v.4, n.20, p. 1-10, 2004.
- LOTFI, M.; MANNAR, M.G.V.; MERX, R.H.; HEUVEL, P. **Micronutrient fortification of foods: current practices, research and opportunities**. The Micronutrient Initiative, Ottawa, International Agriculture Centre, Wageningen. 1996. Disponível em: <<http://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/14002/1/104386.pdf>>. Acesso: 04 Dez 2012.
- MARTINS, M.C.; OLIVEIRA, Y.P.; COITINHO, D.C.; SANTOS, L.M.P. Panorama das ações de controle da deficiência de vitamina A no Brasil. **Revista de Nutrição**, v.20, n.1, p.5-18, 2007.
- MEHANSHO, H.; MANNAR, M.G.V. Mineral fortification in developing countries. In: HURRELL, R. (Ed.), **The mineral fortification of foods**. UK: Leatherhead Pub, 1999. p. 213-214.
- MORA, J.O.; DARY, O.; CHINCHILLA, D.; ARROYAVE, G. **Fortificación del azúcar con Vitamina A en Centro América: experiencia y lecciones aprendidas**. MOST, The USAID Micronutrient Program, Arlington, USA, 2000. Disponível em:

<<http://www.a2zproject.org/~a2zorg/pdf/sugarlessonsSpanish.pdf>>. Acesso: 04 Dez 2012.

MORETTI, D.; ZIMMERMANN, M.B.; MUTHAYYA, S.; THANKACHAN, P.; LEE T.C.; KURPAD, A.V.; HURRELL, R.F. Extruded rice fortified with micronized ground ferric pyrophosphate reduces iron deficiency in India schoolchildren: a double-blind randomized controlled trial. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.84, p.822–829, 2006.

MURPHY, P.A.; SMITH, B.; HAUCK, C.; O'CONNOR, K. Stabilization of vitamin A in a synthetic rice premix. **Journal of Food Science**, v.57, p.437-439, 1992.

NUTTI, M.; CARVALHO, J.L.V.; WATANABE, E. A biofortificação como ferramenta para combater as deficiências em micronutrientes. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/geo_med7.pdf>. Acesso em: 12 Maio 2011.

OLIVARES, M.; WALTER, T.; HERTRAMPF, E.; PIZARRO, F.; STEKEL, A. Prevention of iron deficiency by milk fortification. **Acta Paediatrica Scandinavica**, v. 361, p.109-113, 1989.

PACHECO, S.S.; BRAGA, C.; SOUZA, A.I.; FIGUEIROA, J.N. Efeito da fortificação alimentar com ácido fólico na prevalência de defeitos do tubo neural. **Revista de Saúde Pública**, v.43, n.4, p.564-571, 2009.

PATH. Program for Appropriate Technology in Health. Seattle, Wa., Personal communication. Disponível em: <<http://www.path.org/>>. Acesso: 04 Dez 2012.

PESSOA, M.C. **Eficácia do consumo de arroz fortificado com ferro no tratamento de crianças com anemia carencial**. 2009. 64 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Enfermagem) – Escola de Enfermagem, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

PESTANA, V.R.; MENDONÇA, C.R.B.; ZAMBIAZI, R.C. Farelo de arroz: características, benefícios à saúde e aplicações. **Boletim do CEPPA**, v.26, n.1, p.29-40, 2008.

PRINSEN, G.P.D.; BRABIN, B.J.; OMARI, A.A.A. Food prepared in iron cooking pots as an intervention for reducing iron deficiency anaemia in developing countries: a systematic review. **Journal of Human Nutrition Dietetic**, v.16, p.275-281, 2003.

RANUM, P. Iron fortification of cereals. In: HURRELL, R. (Ed.), **Mineral fortification of foods**. UK: Leatherhead, 1999. p. 251.

RANUM, P. Zinc enrichment of cereal staples. **Food and Nutrition Bulletin**, v.22, p. 169-172, 2001.

ROSADO, J.L. Zinc and copper: proposed fortification levels and recommended zinc compounds. **Journal of Nutrition**, v.133, p.2985S-2989S, 2003.

SALGUERIO, M.; ZUBILLAGA, M.; LYSIONEK, A.; CARO, R.; WEILL, R.; BOCCIO, J. Fortification strategies to combat zinc and iron deficiency. **Nutrition Review**, v.60, p. 52-58, 2002.

SANDSTROM, B. Micronutrient interactions: effects on absorption and bioavailability. **The British Journal of Nutrition**, v.85, p.181–185, 2001.

- SANTOS, L.M.P.; PEREIRA, M.Z. Efeito da fortificação com ácido fólico na redução dos defeitos do tubo neural. **Cadernos de Saúde Pública**, v.23, n.1, p.17-24, 2007.
- SHRESTHA, A.K.; ARCOT, J.; PATERSON, J.L. Edible coating materials — their properties and use in the fortification of rice with folic acid. **Food Research International**, v.36, p.921-928, 2003.
- STANNER, S. Metal matters: a conference on iron, copper and zinc. **Nutrition Bulletin**, v.28, p.215-220, 2003.
- SWAIN, J.H.; NEWMAN, S.M.; HUNT, J.R. Bioavailability of elemental iron powders to rats is less than bakery-grade ferrous sulfate and predicted by iron solubility and particle surface area. **Journal of Nutrition**, v.133, p.3546S-3552S, 2003.
- TORRES, M.A.A.; SATO, K.; LOBO, N.F.; QUEIROZ, S.S. Fortificação do leite fluido na prevenção e tratamento da anemia carencial ferropriva em crianças menores de 4 anos. **Revista de Saúde Pública**, v.30, p.350-357, 1996.
- TORÚN, B. Fortificación y enriquecimiento de alimentos: consideraciones sobre su uso para alcanzar las metas nutricionales. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.38, p. 647-655, 1988.
- UNDERWOOD, B.A. Scientific research: essential, but is it enough to combat world food insecurities? **Journal of Nutrition**, v.133, p.1434S-1437S, 2003.
- VISIOLI, F.; HAGEN, T.M. Nutritional strategies for healthy cardiovascular aging: focus on micronutrients. **Pharmaceutical Research**, v.55, p.199–206, 2007.
- VITERI, F.E. *et al.* Fortification of sugar with iron sodium ethylenediaminetetracetate (FeNaEDTA) improves iron status in semirural Guatemalan populations. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.61, p.153–163, 1995.
- WAHLQVIST, M.L. National food fortification: a dialogue with reference to Asia: policy in evolution. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, v.17, p.24–29, 2008.
- WEGMÜLLER, R.; ZIMMERMANN, M.B.; HURRELL, R.F. Dual fortification of salt with iodine and encapsulated iron compounds: stability and acceptability testing in Morocco and Cote d'Ivoire. **Journal of Food Science**, v.68, p.2129-2135, 2003.
- ZANCUL, M.S. Fortificação de alimentos com ferro e vitamina A. **Medicina**, v.37, p.45-50, 2004.

3.2. Artigo 2: Perfil socioeconômico e condições de saúde de pré-escolares de duas creches filantrópicas do município de Viçosa, MG

RESUMO

O ambiente socioeconômico em que vive a criança é considerado como um importante preditor das condições de saúde e nutrição nesta fase da vida. O presente estudo teve como objetivo avaliar o perfil socioeconômico e as condições de saúde de pré-escolares de duas creches filantrópicas de Viçosa, MG. Participaram do estudo 98 pré-escolares (2 a 6 anos) de duas creches, nos quais foi avaliado o perfil socioeconômico e as condições de saúde por meio da aplicação de um questionário. Foi avaliado, ainda, o estado nutricional por meio de medidas antropométricas de peso e altura. A maior parte das crianças não se apresentou anêmica (88,8 %) e também não apresentou enfermidades freqüentes (74,5 %). O estado nutricional das crianças foi satisfatório, uma vez que houve alta prevalência de eutrofia e baixos percentuais de baixo peso em ambas as creches. Destacaram-se como fatores de risco para futuros problemas e prejuízos no estado de saúde da criança a baixa escolaridade dos pais e a baixa renda (inferior a 1 salário mínimo). Além disso, observou-se introdução precoce da alimentação complementar e retirada também precoce do leite materno da alimentação da criança, o que poderia comprometer seu crescimento e desenvolvimento. Como aspectos positivos, ressalta-se a existência de condições adequadas de moradia e saneamento básico, as quais podem contribuir para a baixa frequência de parasitoses e outras enfermidades. Da mesma forma, a baixa incidência de anemia ferropriva nas crianças pode ser consequência, entre outros fatores, do maior acesso à assistência pré-natal, e, também, à permanência das crianças nas creches, garantindo alimentação adequada na fase pré-escolar.

Palavras-chave: anemia; escolaridade; condições de habitação; história alimentar.

ABSTRACT

The socioeconomic environment in which the child lives is considered an important predictor of health and nutrition at this stage of life. The present study aimed to evaluate the socioeconomic and health status of preschool children in two philanthropic preschool in Viçosa, MG, Brazil. Ninety-eight preschoolers (2-6 years), from two preschool, participated of the study, which the socioeconomic and health conditions was assessed through a questionnaire. Also, the nutritional status was evaluated by anthropometric measures of height and weight. Most children weren't anemic (88.8 %) and also did not show frequent illnesses (74.5 %). The nutritional status of children was satisfactory, since there was a high prevalence of normal weight and low percentages of underweight in both preschools. The main risk factors for future problems and losses in the state of child health were the low parental education and low income (less than 1 minimum wage). Moreover, it was observed early introduction of complementary foods and also early withdrawal of breastfeeding, which could compromise children's growth and development. As positive aspects, the study highlights the existence of adequate housing and sanitation, which may contribute to the low frequency of parasitosis and other diseases. Likewise, the low incidence of iron deficiency anemia in children may be due, among other factors, the increased access to prenatal care, and also the stay of children in preschools, ensuring adequate nutrition in preschool age.

Keywords: Anemia; schooling; housing; food history.

1. INTRODUÇÃO

A situação nutricional da população infantil de um país é essencial para analisar a evolução das condições de saúde e de vida em relação à população geral, considerando seu caráter multifatorial, sendo bastante influenciada pelo meio ambiente (TUMA et al., 2005). O grau de atendimento das necessidades básicas como alimentação, saneamento, acesso aos serviços de saúde, nível de renda e educação, entre outros, são apontadas como as causas mais influentes no estado nutricional de uma criança (BISCEGLI et al., 2007).

O ambiente social e econômico em que vive a criança e sua família também é considerado como um importante preditor das condições de saúde e nutrição nesta fase da vida. Precárias condições de vida normalmente se expressam na baixa renda da unidade familiar, no limitado poder de compra, particularmente dos alimentos; nas precárias condições de saneamento do domicílio e do meio ambiente e no limitado e desigual acesso a serviços de saúde com capacidade resolutiva. Essas adversidades imprimem um padrão de morbidade na infância, caracterizado por altas taxas de doenças infecciosas, parasitárias e carenciais (ASSIS et al., 2007).

O estado nutricional infantil está vinculado às condições socioeconômicas da família, uma vez que restrições sociais como baixa renda, dieta inadequada, baixa escolaridade materna, precárias condições de habitação e saneamento, famílias numerosas, entre outras, pode levar a quadros de desnutrição, o que evidencia a necessidade do conhecimento e acompanhamento nutricional, a fim de aferir as condições de saúde da população (FISBERG et al., 2004).

Um estudo realizado no Brasil com crianças e adolescentes demonstrou que na medida em que se têm melhores condições socioeconômicas, a prevalência de sobrepeso e obesidade se eleva (SILVA et al., 2005). Em contrapartida, famílias com baixas condições socioeconômicas apresentam riscos significativamente maiores de déficit de peso e retardo de crescimento (VITOLLO et al., 2008).

As carências nutricionais, como a desnutrição energético-protéica, a anemia e a deficiência de vitamina A acometem um grande número de crianças, representando problemas de saúde pública nesta faixa etária (CASTRO et al., 2005).

Os primeiros anos de vida são decisivos para o crescimento e desenvolvimento infantis e o acompanhamento do estado nutricional nessa fase fornece informações relevantes para avaliar a saúde e os riscos de morbimortalidade. Assim, o conhecimento das condições socioeconômicas das crianças que frequentam creches públicas torna-se essencial para a avaliação de estratégias para prevenção e controle dos distúrbios nutricionais que acometem a infância.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Casuística

O estudo foi realizado em duas creches filantrópicas do município de Viçosa, MG. Cento e quarenta e três crianças de 2 a 6 anos, de ambos os sexos, foram consideradas elegíveis para participar do estudo, das quais 98 tiveram suas informações coletadas por meio de um questionário socioeconômico, o qual foi respondido pelos pais ou responsáveis.

As creches localizavam-se na zona urbana do município, sendo uma delas na área central e a outra em um bairro próximo ao centro. Ambas possuíam fácil acesso a serviços de saúde, como hospitais e unidades básicas de saúde.

2.2. Caracterização do perfil socioeconômico dos pré-escolares

Foi realizada uma entrevista com os pais ou responsáveis pelas crianças, por meio de um questionário contendo as seguintes informações: identificação da criança (sexo, data de nascimento, peso ao nascer, comprimento ao nascer e duração da gestação), condições socioeconômicas (escolaridade e ocupação dos pais, estado civil da mãe, renda familiar e número de pessoas dependentes desta), condições de habitação (destino do lixo, abastecimento de água e destino de dejetos), variáveis maternas (número de gestações, assistência pré-natal, anemia na gestação e uso de medicamentos antes e após), morbidades (atual e passada), ingestão de suplementos, história de vacinação e práticas alimentares (Anexo 1).

2.3. Avaliação antropométrica

As medidas antropométricas realizadas foram peso e estatura. Para aferição de tais medidas, foram utilizados equipamentos e técnicas

preconizadas por Jelliffe (1966). O peso foi verificado utilizando-se uma balança portátil, digital, eletrônica, com capacidade de 150 kg e sensibilidade de 50 g. As medidas de altura foram realizadas utilizando-se estadiômetro com extensão de 2 m, dividido em cm e subdivido em mm.

Os índices peso por idade (P/I), peso por estatura (P/E), estatura por idade (E/I) e Índice de Massa Corporal por idade (IMC/idade) foram utilizados como critério de diagnóstico a partir do cálculo do escore-z, adotando-se como referência antropométrica a preconizada pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 2006; WHO, 2007).

Foram classificadas como de baixo peso as crianças cujos índices P/I e P/E se encontraram abaixo de -2 escore-z; com peso adequado as crianças cujos índices P/E e P/I se encontraram entre -2 e +2 escore-z, e com peso elevado aquelas com P/E igual ou superior a +2 escore-z. As crianças que apresentaram o índice E/I abaixo de -2 escore-z foram classificadas como de baixa estatura. Quanto ao IMC, a classificação adotada foi baixo IMC para idade ($IMC < -2$ escore-z), eutrofia ($IMC \geq -2$ escore-z e $< +2$ escore-z) e obesidade ($IMC \geq +2$ escore-z) (BRASIL, 2008).

2.4. Exame laboratorial

Na creche 1, a coleta de sangue das crianças foi realizada por enfermeiros no próprio local, em função da preferência da instituição. Na creche 2, a coleta foi realizada por um profissional do Laboratório de Análises Clínicas, na Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Amostras com aproximadamente 4 mL de sangue foram colhidas em seringas descartáveis, por punção venosa e transferidas para um tubo com anticoagulante etilenodiaminotetracético (EDTA) para realização do hemograma completo no Laboratório de Análises Clínicas da Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Antes do início do estudo, as crianças foram desparasitadas com Albendazol (suspensão oral, 40 mg), conforme indicação médica.

2.5. Análise estatística dos dados

O banco de dados foi elaborado com auxílio do software Excel (Microsoft Excel, 2007).

Para a classificação do estado nutricional das crianças foram utilizados os softwares WHO Anthro versão 3.2.2. e WHO AnthroPlus Versão 1.0.4.

A comparação das proporções foi feita com uso do teste do Qui-quadrado de Pearson ou teste exato de Fisher. O nível de significância adotado foi de 5 % ($p < 0,05$). Os dados foram analisados com auxílio do *software Stata*, versão 9.1.

2.6. Aspectos Éticos

Os responsáveis pelas crianças foram informados do estudo e do sigilo das informações e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, autorizando a participação da criança (Anexo 2).

Os esclarecimentos foram feitos em linguagem acessível e a liberdade do consentimento em participar da pesquisa foi garantida a todos os indivíduos, conforme preconizado pelas Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisa envolvendo Seres Humanos do Conselho Nacional de Saúde (CNS, 1997).

Os pais ou responsáveis receberam um parecer do diagnóstico nutricional da criança, contendo informações como o peso e altura da criança, com a respectiva classificação do estado nutricional, bem como os resultados dos exames laboratoriais.

Para as crianças que apresentaram algum grau de distrofia, foram agendadas consultas nutricionais com os pais e com as crianças a fim de orientá-los e auxiliá-los quanto à melhora do quadro nutricional presente.

O estudo recebeu aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (UFV) (Of. Ref. Nº 061/2011) (Anexo 3).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização da amostra

Das crianças participantes do estudo, 42,6 % eram do sexo masculino. A faixa etária variou de 21 a 79 meses, ou seja, todas as crianças apresentaram-se em idade pré-escolar.

Embora 98 crianças tivessem suas informações coletadas por meio de questionários socioeconômicos, foram observadas algumas abstenções em

determinados itens, seja porque os responsáveis não souberam responder às perguntas, ou porque não se lembraram da resposta.

3.2. Variáveis maternas

Na Tabela 1 observa-se que mais da metade das mães eram múltiparas (67,3 %) e o número médio de gestações foi igual a 2, tendo no mínimo 1 e no máximo 5 filhos.

Apenas uma das mães avaliadas não fez pré-natal (1,02 %), valor inferior ao encontrado no Censo de 2010. No período de 2000-2006 houve aumento da proporção de nascidos vivos cujas mães realizaram sete ou mais consultas, passando de 43,7 % para 54,5 %, enquanto a proporção de mães que não realizaram nenhuma consulta caiu de 4,7 % para 2,1 % (IBGE, 2010). No presente estudo, entre as mães que fizeram o pré-natal, a maioria iniciou no primeiro trimestre (82,5 %), em média no 1º e no 2º mês, e 11,3 % após o 3º mês. Dessas, 17,5 % fizeram menos de seis consultas, tendo sido observado no mínimo 3 e no máximo 18 consultas. Observou-se também que algumas das mães (29,6 %) apresentaram intercorrências durante a gestação, sendo o maior percentual (36,4 %) encontrado na creche 2, entretanto, sem diferenças significativas entre as creches ($p = 0,0967$). Todas as mães que apresentaram intercorrências relataram que devido a consultas freqüentes ao pré-natal, não houve maiores complicações e riscos para o bebê. O principal objetivo da assistência pré-natal é acolher a mulher desde o início de sua gravidez, período de mudanças físicas e emocionais, que cada gestante vivencia de forma distinta e individual, sendo essencial para evitar intercorrências durante a gestação e reduzir os elevados índices de mortalidade materna e perinatal verificados no Brasil (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2000).

Pode-se observar que quase todas as mães fizeram o exame de anemia na gestação (95,9 %) e destas, 32,7 % apresentaram-se anêmicas. Entre as deficiências nutricionais mais comuns na gravidez, destaca-se a anemia ferropriva, que é prejudicial tanto para a gestante quanto para o concepto, sendo associada ao maior risco de morbi-mortalidade materno-fetal (FUJIMORI et al., 2000).

Com relação ao consumo de suplementos, observou-se que a maioria das mães (91,8 %) consumiu algum composto ferroso durante a gestação, além do uso de complexos vitamínicos juntamente ao ferro em menor

percentual. Já após o parto, o uso de suplementos diminuiu, sendo o consumo de composto ferroso mais frequente que o de complexo vitamínico, com percentual total de 41,85 % e 23,5 %, respectivamente. A recomendação do Ministério da Saúde é de que as gestantes comecem a utilizar suplemento ferroso a partir da 20ª semana de gestação até o final do 2º mês pós-parto (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2000).

Tabela 1. Variáveis maternas das crianças de 21 a 79 meses de idade de duas creches filantrópicas do município de Viçosa, MG.

Variáveis Maternas	Creche 1		Creche 2		Total		p
	n	%	n	%	n	%	
<i>Paridade</i>							0,9859*
Primíparas	14	32,6	18	32,7	32	32,7	
Múltiparas	29	67,4	37	67,3	66	67,3	
<i>Pré-natal</i>							> 0,9999**
Sim	43	100,0	54	98,2	97	98,97	
Não	0	0,0	1	1,8	1	1,02	
<i>Nº consultas pré-natal^a</i>							0,7900*
< 6	6	18,8	11	21,2	17	17,5	
≥ 6	26	81,2	41	78,8	67	69,1	
<i>Início do pré-natal^b</i>							0,9729**
1º Trimestre	32	86,5	48	88,8	80	82,5	
2º Trimestre	5	13,5	6	11,1	11	11,3	
<i>Exame de anemia na gestação</i>							0,8134**
Sim	42	97,7	52	94,5	94	95,9	
Não	1	2,3	3	5,5	4	4,1	
<i>Anemia na gestação^c</i>							0,6514*
Sim	13	30,2	19	34,5	32	32,7	
Não	30	69,8	36	65,5	60	61,2	
<i>Suplemento de ferro na gestação</i>							0,4604**
Sim	38	88,4	52	94,5	90	91,8	
Não	5	11,6	3	5,5	8	8,2	
<i>Suplemento vitamínico pós parto</i>							0,9648*
Sim	10	23,3	13	23,6	23	23,5	
Não	33	76,7	42	76,4	75	76,5	
<i>Suplemento de ferro pós parto</i>							0,4116*
Sim	16	37,2	25	45,5	41	41,8	
Não	27	62,8	30	54,5	57	58,2	
<i>Intercorrências durante o parto</i>							0,0967*
Sim	9	20,9	20	36,4	29	29,6	
Não	34	79,1	35	63,6	69	70,4	

^a Das mães que fizeram pré-natal, 13 não lembravam a resposta.

^b 6 não lembravam a resposta.

^c 6 mães não lembravam a resposta, sendo 3 que fizeram o exame e 3 que não fizeram.

* Qui-quadrado de Pearson.

** Teste exato de Fisher.

3.3. Variáveis de nascimento

Verifica-se pela Tabela 2 que o percentual de crianças nascidas prematuras e de baixo peso foi de 24,5 % e 15,3 %, respectivamente, e que a maior parte (58,2 %) nasceu com peso dentro da normalidade. Não houve diferenças significativas entre as creches ($p = 0,4687$) quanto ao percentual de crianças prematuras, sendo que a creche 2 apresentou 27,3 % de prematuridade e 18,2 % de baixo peso ao nascer, enquanto a creche 1 apresentou 20,9 % de crianças nascidas prematuras e 11,6 % de crianças nascidas com baixo peso. A média de peso ao nascer foi de 3.030 g, o qual é considerado adequado. O peso ao nascer variou de 1.220 g a 4.390 g e o comprimento ao nascer variou de 33 a 59 cm.

O baixo peso ao nascer (BPN) é um dos mais importantes preditores da saúde e crescimento infantil, contribuindo significativamente para a morbimortalidade infantil e as repercussões no desenvolvimento neurológico e intelectual da criança (UCHIMURA et al., 2001). A Organização Mundial da Saúde estima que nos países desenvolvidos, cerca de dois terços dos recém-nascidos de baixo peso sejam prematuros, enquanto um terço é pequeno para idade gestacional (MINAGAWA et al., 2005). A prevalência de prematuridade tende a ser subestimada em países em desenvolvimento, principalmente devido a erros de classificação de recém-nascidos pré-termo com idade gestacional entre 34-36 semanas, erroneamente classificados como a termo. Isso dificulta a estimativa adequada da prevalência de nascimentos pré-termo utilizando dados secundários (SILVEIRA et al., 2008).

O principal determinante do baixo peso ao nascer é o nascimento pré-termo, sendo o fator responsável mais importante para a alta taxa de mortalidade infantil (UCHIMURA et al., 2001).

Com relação ao tipo de parto, verifica-se que predominou o parto cesárea (60,2 %). Na creche 2, o percentual desse tipo de parto foi de 67,3 % e na creche 1, de 51,2 %, valores superiores ao encontrado na Pesquisa Nacional sobre Demografia e Saúde da Criança e da Mulher (PNDS, 2006), de 36,4 %. O percentual de realização de parto normal não diferiu entre as creches ($p = 0,1059$), sendo de 48,8 % na creche 1 e de 32,7 % na creche 2 (32,7 %).

Tabela 2. Variáveis de nascimento das crianças de 21 a 79 meses de idade de duas creches filantrópicas do município de Viçosa, MG.

Variáveis de nascimento	Creche 1		Creche 2		Total		p
	n	%	n	%	n	%	
<i>Duração da gestação materna</i>							0,4687*
< 9 meses	9	20,9	15	27,3	24	24,5	
≥ 9 meses	34	79,1	40	72,7	74	75,5	
<i>Peso ao nascer</i>							0,3837*
Baixo peso (<2500g)	5	11,6	10	18,2	15	15,3	
Peso insuficiente (2500 - 2999g)	14	32,6	12	21,8	26	26,5	
Peso normal (≥3000g)	24	55,8	33	60	57	58,2	
<i>Tipo de Parto</i>							0,1059*
Cesárea	22	51,2	37	67,3	59	60,2	
Normal	21	48,8	18	32,7	39	39,8	

* Qui-quadrado de Pearson.

3.4. Condições socioeconômicas

Diversos estudos têm demonstrado a importância dos fatores socioeconômicos na determinação da saúde infantil (FRANÇA et al., 2001).

Segundo Campos et al. (1995), ao conhecer o meio familiar, é possível ter melhor compreensão do desenvolvimento humano e, assim, dos transtornos psicológicos e nutricionais.

Dados de vários estudos reiteram a associação do estado nutricional infantil com as condições socioeconômicas. Dentre as privações sociais associadas à desnutrição estão baixa renda, dieta inadequada, baixa escolaridade materna, precárias condições de habitação e saneamento, famílias numerosas, entre outras (FISBERG et al., 2004).

A escolaridade dos pais (Tabela 3), em sua maioria, não ultrapassou o ensino médio. Apenas 5 % e 2 % das mães e pais, respectivamente, cursaram o ensino superior de forma completa ou incompleta, o que indica um baixo nível de escolaridade de ambos os pais. A escolaridade materna também vem sendo apontada como determinante do estado nutricional de crianças (ZÖLLNER, 2006). A baixa escolaridade materna se associa a um risco maior de mortalidade materna e também à morte fetal, como mostrado em trabalho com mais de oitocentos mil nascimentos, o qual se utilizou de um banco de dados

do Centro Latino-Americano de Perinatologia, entre 1985 e 1997 (HAIDAR et al., 2001).

Tabela 3. Variáveis socioeconômicas das famílias das crianças de 21 a 79 meses de duas creches filantrópicas do município de Viçosa, MG.

Variáveis	Creche 1		Creche 2		Total		p
	n	%	n	%	n	%	
<i>Escolaridade materna</i>							0,5180*
Ensino Fundamental completo/incompleto	20	46,5	22	40,0	42	42,9	
Ensino Médio completo/incompleto	20	46,5	31	56,4	51	52,0	
Ensino Superior completo/incompleto	3	7,0	2	3,6	5	5,1	
<i>Estado civil da mãe</i>							0,0024*
Casada formal/informal	25	58,1	47	85,5	72	73,5	
Solteira/separada/viúva	18	41,9	8	14,5	26	26,5	
<i>Condição de trabalho atual da mãe</i>							0,6482*
Empregada formal/informal	37	86,0	49	89,1	86	87,8	
Desempregada	6	14,0	6	10,9	12	12,2	
<i>Escolaridade Paterna^a</i>							0,6420*
Ensino Fundamental completo/incompleto	20	54,1	23	45,1	43	43,9	
Ensino Médio completo/incompleto	15	40,5	28	54,9	43	43,9	
Ensino Superior completo/incompleto	2	5,4	0	0,0	2	2,1	
<i>Condição do trabalho atual do pai^b</i>							>0,9999**
Empregado formal/informal	36	97,3	50	98,1	86	87,8	
Desempregado	1	2,7	1	1,9	2	2,1	
<i>Renda familiar em salários mínimos</i>							0,7220*
> 1,5	25	58,1	30	54,5	55	56,1	
≤ 1,5	18	41,9	25	45,5	43	43,9	
<i>Renda per capita em salários mínimos</i>							0,1025**
< 1	43	100,0	50	90,9	93	94,9	
≥ 1	0	0,0	5	9,1	5	5,1	
<i>Números de moradores no domicílio</i>							0,7476**
< 5	30	69,8	40	72,7	70	71,4	
≥ 5	13	30,2	15	27,3	28	28,6	

^{a,b} não responderam

* Qui-quadrado de Pearson.

** Teste exato de Fisher.

Deve-se ressaltar que mães de maior escolaridade geralmente procuram mais por serviços de saúde, compreendem melhor os processos das doenças, entendem as recomendações médicas, apresentam maior conhecimento sobre

higiene, se tornando um determinante básico das condições de saúde e nutrição das crianças. Os dados da Pesquisa Nacional sobre Saúde e Nutrição (PNSN, 1989) confirmaram existência de associação entre escolaridade materna e *déficit* de estatura, constatando que a escolaridade materna inferior a quatro anos associou-se com 4,3 vezes mais chance de *déficit* de estatura (ZÖLLNER, 2006).

A proporção de mães e pais trabalhando de modo formal/informal (Tabela 3) foi alta, 73,5 % para ambos, mostrando-se elevada em relação aos dados da Pesquisa Nacional sobre Demografia e Saúde (PNDS, 2006). Porém, ainda prevalece um percentual de desemprego maior entre as mães (12,2 %), ocorrendo provavelmente devido à dificuldade da incorporação dessas mulheres ao mercado de trabalho por terem pouco tempo de estudo, pouca qualificação e difícil conciliação do trabalho com os cuidados que se deve ter com as crianças.

Com relação ao estado civil das mães, observa-se que 26,5 % não viviam com os pais das crianças ou outro companheiro. No Brasil, de acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), aumentou o número de famílias do tipo mulheres sem cônjuge e com filhos (17,9 %) e nas grandes regiões como Centro-Oeste e Sudeste também se observou aumento neste percentual (17,2 % e 17,3 %, respectivamente). A maioria das mães (87,8 %) era casada de modo formal ou informal, mostrando a importância da presença do pai no domicílio e que a sua ausência pode ser associada a uma maior fragilidade econômica dessas famílias, ao contribuir principalmente na renda familiar.

A renda familiar per capita é o resultado do somatório da renda das pessoas que residem no domicílio, dividido pelo total de pessoas que ali residem. Neste estudo, observou-se que 94,9 % das famílias tinham renda per capita inferior a 1 salário mínimo.

No estudo de Ribas (1999) encontrou-se maior frequência de crianças (56,0 %) na faixa de renda per capita familiar mensal de 0 a 1 salário mínimo, 23,1 % na faixa entre 1 e 2 salários e 20,9 % encontravam-se acima de 2 salários mínimos. A média da renda familiar no presente estudo foi de 1,8 salários mínimos, sendo que 43,9 % das crianças pertenciam a famílias com renda mensal abaixo de 1,5 salário mínimo. A baixa renda foi observada em ambas as creches, apresentando percentuais próximos.

A renda mensal mínima observada em nosso estudo foi de 1 salário mínimo e máxima de 4 salários mínimos. Tal fato mostra a situação brasileira de desigualdade e má distribuição de renda pois, de acordo com o Índice de Pesquisa Econômica e Aplicada (IPEA, 2006), o primeiro dos determinantes imediatos da queda no grau de desigualdade da distribuição da renda familiar per capita examinado é a razão de dependência demográfica, a qual indica o peso proporcional de adultos potencialmente receptores de renda no domicílio. O argumento que explica o papel desse componente é muito simples: como as crianças, de um modo geral, não geram renda para a família, quanto maior for a proporção de adultos na família maior deverá ser a renda familiar per capita.

O número de moradores no domicílio (Tabela 3) é também um determinante das condições de saúde e bem-estar dos membros da família, principalmente da criança. No presente estudo, a maioria das famílias (71,4 %) apresentou menos de 5 moradores no domicílio. O IBGE constatou que, entre os censos de 2000 e 2010, diminuiu o número de pessoas que moram no mesmo domicílio. No período, o número médio de pessoas em cada casa passou de 3,79 para 3,34 (IBGE, 2010).

3.5. Condições de saneamento básico

O conhecimento das condições dos meios pertinentes à saúde, como saneamento e moradia, são aspectos essenciais no estabelecimento de medidas de promoção da qualidade de vida do indivíduo, famílias e comunidades estando intrinsecamente relacionados com o bem-estar, especialmente das crianças (ARANHA et al., 2006; AZEREDO et al., 2007).

Na Tabela 4, observa-se que as condições de moradia das famílias dos pré-escolares de ambas as creches foram semelhantes, estando em sua maioria adequadas, ou seja, 95,9 % possuem o abastecimento de água, a coleta de lixo e dejetos através do serviço público. De acordo com o IBGE (1999), são considerados adequados os domicílios abastecidos de água através de canalização interna da rede geral, ligados à fossa séptica ou à rede geral de esgotos e com coleta regular de lixo, uma vez que a ausência dessas condições se correlaciona com a alta incidência de mortalidade infantil.

Em estudo realizado com 652 crianças de idades entre zero e 59 meses, residentes no Município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, também foram avaliadas as condições de habitação e foram encontrados índices

alarmantes. As condições de saneamento ambiental revelaram que 85,4 % dos domicílios da amostra são abastecidos pela rede pública de água, enquanto as regiões Norte e Sul, citadas pelos autores, são as menos favorecidas. Nessas regiões, 93,0 % das residências têm o lixo coletado diretamente por serviço público; rede de esgoto precária e somente 9,5 % têm os sanitários ligados à rede geral, sendo considerada condição extremamente grave. Essa situação precária só é ultrapassada pelos municípios do Estado do Tocantins, os quais apresentam os menores valores de rede de esgoto do País (RIBAS, 1999).

Tabela 4. Condições de saneamento básico das famílias das crianças de 21 a 79 meses de duas creches filantrópicas do município de Viçosa, MG.

Variáveis	Creche 1		Creche 2		Total		p
	n	%	n	%	n	%	
<i>Abastecimento de água</i>							>0,9999*
Público	41	95,3	52	94,5	93	94,9	
Não Público	2	4,7	3	5,5	5	5,1	
<i>Destino de dejetos</i>							>0,9999*
Público	41	95,3	53	96,4	94	95,9	
Não Público	2	4,7	2	3,6	4	4,1	
<i>Destino do lixo</i>							>0,9999*
Público	42	97,7	53	96,4	95	96,9	
Não Público	1	2,3	2	3,6	3	3,1	

* Teste exato de Fisher.

3.6. Morbidades, consumo de medicamentos e suplementos e estado nutricional das crianças

Com relação às morbidades, consumo de medicamento e suplementos e a história de vacinação dos pré-escolares, observa-se na Tabela 5 que 25,5 % da amostra estudada apresentavam uma enfermidade frequente, sendo citados principalmente os problemas respiratórios. Nota-se também semelhante proporção (32,7 %) de internação em período anterior ao estudo devido a alguma enfermidade.

Nos 15 dias que antecederam ao estudo, 60,2 % das crianças apresentou-se enferma, apresentando, principalmente, sinais de infecções e gripe como febre, tosse, coriza e dor de garganta, podendo esse quadro ser devido ao período de realização do estudo, no inverno.

Assim como todos os problemas de saúde pública, a anemia ferropriva tem sua origem em um contexto mais amplo, ocorrendo não só pelos fatores biológicos de depleção dos estoques de ferro no organismo, como também pelas condições socioeconômicas e culturais vigentes que contribuem para sua elevada prevalência (OSÓRIO, 2002). Das crianças que realizaram o exame de anemia, 11,22 % apresentaram-se anêmicas, sendo que, na creche 2 foram encontrados 12,73 % de anêmicos e na creche 1, 9,3 %, sem diferenças significativas entre as creches ($p = 0,8423$). Das crianças que fizeram o exame parasitológico (59,8 %), 8,6 % estavam com parasitose e foram tratadas com medicamentos anti-helmínticos.

Estavam com o cartão de vacinação completo para a idade 95,9 % das crianças, valor esse que está acima do encontrado no PNDS (2006), de 73 % de cobertura vacinal completa entre crianças de 12 a 23 meses.

A ausência do consumo de medicamentos, compostos ferroso e vitamínico durante a realização da pesquisa prevaleceu entre os pré-escolares, com média de 88 %.

Em relação ao estado nutricional, verificou-se que as crianças da creche 2 apresentaram 92,7 % de eutrofia, 3,6 % de baixa estatura, 1,8 % de sobrepeso e 1,8 % de obesidade. Já as crianças da creche 1 apresentaram o seguinte perfil: 76,7 % de eutrofia, 4,6 % de magreza ou baixo peso, 9,3 % de risco de sobrepeso, 2,3 % de sobrepeso e 7,0 % de obesidade, sem diferenças significativas ($p = 0,057$). A análise de outros estudos, como o trabalho de Corso et al. (2001), realizado em Florianópolis, Santa Catarina, encontrou 6,8 % de obesidade em menores de seis anos, o que vai de encontro com os valores observados no presente estudo.

Tabela 5. Morbidades, consumo de medicamentos e suplementos, história de vacinação e estado nutricional das crianças de 21 a 79 meses de duas creches filantrópicas do município de Viçosa, MG.

Variáveis	Creche 1		Creche 2		Total		p
	n	%	n	%	n	%	
<i>Enfermidade freqüente</i>							0,6508*
Sim	10	23,3	15	27,3	25	25,5	
Não	33	76,7	40	72,7	73	74,5	
<i>Internação anterior ao estudo</i>							0,6771*
Sim	15	34,9	17	30,9	32	32,7	
Não	28	65,1	38	69,1	66	67,3	
<i>Enfermidade nos últimos 15 dias</i>							0,2303*
Sim	23	53,5	36	65,5	59	60,2	
Não	20	46,5	19	34,5	39	39,8	
<i>Prevalência de anemia</i>							0,8423**
Sim	4	9,3	7	12,73	11	11,22	
Não	39	90,7	48	87,27	87	88,77	
<i>Exame anterior de anemia</i>							0,3450**
Sim	43	100,0	52	94,5	95	96,9	
Não	0	0,0	3	5,5	3	3,1	
<i>Anemia anterior^a</i>							0,1314*
Sim	3	7,0	9	17,3	12	12,6	
Não	40	93,0	43	82,7	83	87,4	
<i>Exame anterior de fezes^b</i>							0,5911*
Sim	27	62,8	31	56,4	58	59,8	
Não	16	37,2	23	41,8	39	40,2	
<i>Parasitose anterior^c</i>							0,2727**
Sim	4	14,8	1	3,2	5	8,6	
Não	23	85,2	30	96,8	53	91,4	
<i>Consumo atual de medicamento</i>							0,0366*
Sim	5	11,6	16	29,1	21	21,4	
Não	38	88,4	39	70,9	77	78,6	
<i>Consumo atual de composto ferroso</i>							0,9245**
Sim	2	4,7	4	7,3	6	6,1	
Não	41	95,3	51	92,7	92	93,9	
<i>Consumo atual de complexo vitamínico</i>							0,8134**
Sim	1	2,3	3	5,5	4	4,1	
Não	42	97,7	52	94,5	94	95,9	

Tabela 5. Continuação.

Variáveis	Creche 1		Creche 2		Total		p
	n	%	n	%	n	%	
<i>Vacinação completa</i>							0,8134**
Sim	42	97,7	52	94,5	94	96,1	
Não	1	2,3	3	5,5	4	3,9	
<i>Estado nutricional</i>							0,057*
Magreza	2	4,6	0	0,0	2	2,3	
Baixa estatura	0	0,0	2	3,6	2	1,8	
Eutrofia	33	76,7	51	92,7	84	84,7	
Risco de sobrepeso	4	9,3	0	0,0	4	4,6	
Sobrepeso	1	2,3	1	1,8	2	2,1	
Obesidade	3	7,0	1	1,8	4	4,4	

^a 3 não fizeram exame e 1 das que fizeram exame não sabia a resposta.

^b 1 não sabia a resposta.

^c 1 não sabia a resposta.

* Qui-quadrado de Pearson.

** Teste exato de Fisher.

3.7. História alimentar

A alimentação e a amamentação compõem fatores importantes para determinar o estado nutricional e de saúde dos pré-escolares. Observa-se na Tabela 6 que 92,9 % das crianças receberam leite materno, porém, mesmo sendo maioria, a duração e a exclusividade do aleitamento materno nos primeiros 6 meses não foi adequada, mostrando que muitas crianças receberam, além do leite materno, chá, água, papinhas de frutas e salgadas antes de completarem o 6º mês de vida. Todavia, nota-se que o aleitamento materno, em muito casos, não fez parte da alimentação da criança até os 2 anos de idade, como propõem as diretrizes do Ministério da Saúde (2010).

Outro dado importante observado foi em relação ao consumo de leite próximo às grandes refeições (Tabela 6), uma vez que 15,3 % das mães têm o hábito inadequado de oferecer leite à criança ao invés de outros alimentos sólidos, característicos da alimentação familiar. Sabe-se que a alimentação variada e saudável é necessária e tem seu papel fundamental para o crescimento e desenvolvimentos dos pré-escolares.

Vários estudos realizados tanto em países em desenvolvimento, incluindo o Brasil, como em países industrializados, demonstram que a introdução precoce de alimentos complementares aumenta a morbimortalidade

infantil como consequência de uma menor ingestão dos fatores de proteção existentes no leite materno, além de os alimentos complementares serem uma importante fonte de contaminação das crianças. Além disso, esse hábito inadequado diminui a duração do aleitamento materno, interfere na absorção de nutrientes importantes existentes no leite materno, como o ferro e o zinco, e reduz a eficácia da lactação na prevenção de novas gestações (MONTE et al., 2004).

Tabela 6. História alimentar das crianças de 21 a 79 meses de creches filantrópicas do município de Viçosa, MG.

Variáveis Alimentares	Creche 1		Creche 2		Total		p
	n	%	n	%	n	%	
<i>Aleitamento materno</i>							0,6637**
Sim	41	95,3	50	90,9	91	92,9	
Não	2	4,7	5	9,1	7	7,1	
<i>Duração do aleitamento materno</i>							0,8169*
< 6 meses	13	31,7	17	34,0	30	33,0	
≥ 6 meses	28	68,3	33	66,0	61	67,0	
<i>Idade de introdução de água/chá^a</i>							0,9498*
< 6 meses	28	65,1	37	67,3	65	66,3	
≥ 6 meses	14	32,6	18	32,7	32	32,7	
<i>Idade de introdução de suco/frutas</i>							0,1839*
< 6 meses	20	46,5	33	60,0	53	54,1	
≥ 6 meses	23	53,5	22	40,0	45	45,9	
<i>Idade de introdução de leite não materno</i>							0,7392*
< 6 meses	21	48,8	25	45,5	46	46,9	
≥ 6 meses	22	51,2	30	54,5	52	53,1	
<i>Idade de introdução de papa salgada</i>							0,1261
< 6 meses	16	37,2	29	52,7	45	45,9	
≥ 6 meses	27	62,8	26	47,3	53	54,1	
<i>Leite consumido atualmente</i>							0,6249**
Materno	0	0,0	2	3,6	2	2,1	
Vaca	43	100,0	51	92,8	94	95,9	
Soja	0	0,0	1	1,8	1	1,0	
Fórmulas	0	0,0	1	1,8	1	1,0	
<i>Consumo de leite próximo as grandes refeições</i>							0,1717*
Sim	9	20,9	6	10,9	15	15,3	
Não	34	79,1	49	89,1	83	84,7	

^a 1 não sabia a resposta.

* Qui-quadrado de Pearson.

** Teste exato de Fisher.

4. CONCLUSÕES

No presente estudo, destacaram-se como fatores de risco para futuros problemas e prejuízos no estado de saúde da criança a baixa escolaridade dos pais e a baixa renda (inferior a 1 salário mínimo). Além disso, observou-se introdução precoce da alimentação complementar e retirada também precoce do

leite materno da alimentação da criança, o que poderia comprometer seu crescimento e desenvolvimento.

Como aspectos positivos, ressaltam-se as condições adequadas de moradia e saneamento básico, as quais podem contribuir para a baixa frequência de parasitoses e outras enfermidades. Da mesma forma, a baixa incidência de anemia ferropriva nas crianças pode ser consequência, entre outros fatores, do maior acesso à assistência pré-natal, e, também, à permanência das crianças nas creches, garantindo alimentação adequada na fase pré-escolar.

O perfil antropométrico avaliado neste estudo revelou prevalência de excesso de peso superior à de baixo peso. Porém, de modo satisfatório, a maior parte das crianças assistidas nas creches filantrópicas encontrou-se eutrófica, ou seja, com peso e estatura adequados para a idade.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANHA, S. C.; ZÖLLNER, A. C. R.; CURY, M. C. F. S.; COMPRI, P. C.; Condições Ambientais como Fator de Risco para Doenças em Comunidade Carente na Zona Sul de São Paulo. **Revista APS**, v.9, n.1, p. 20-28, 2006.

ASSIS, A. M. O.; BARRETO; M. L.; SANTOS, N. S.; OLIVEIRA, L. P. M.; SANTOS, S. M. C.; PINHEIRO, S. M. C. Desigualdade, pobreza e condições de saúde e nutrição na infância no Nordeste brasileiro. **Caderno de Saúde Pública**, v.23, n.10, p. 2337-2350, 2007.

AZEREDO, C. M.; COTTA, R. M. M.; SCHOTT, M.; MAIA, T. M.; MARQUES, E. S. Avaliação das condições de habitação e saneamento: a importância da visita domiciliar no contexto do Programa de Saúde da Família. **Ciência Saúde Coletiva**, v.12, n.3, p.743-753, 2007.

BISCEGLI, T. S.; POLIS, L. B.; SANTOS, L. M.; VICENTIN, M. Avaliação do estado nutricional e do desenvolvimento neuropsicomotor em crianças frequentadoras de creche. **Revista Paulista Pediatria**, v. 25, n.4, p. 337-342, 2007.

BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Assistência Pré-natal: Manual técnico**. - 3ª edição - Brasília: Secretaria de Políticas de Saúde - SPS/Ministério da Saúde, 66p, 2000.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Dez Passos Para Uma Alimentação Saudável: Alimentar para Menores de Dois Anos: Um Guia Para o Profissional da Saúde na Atenção Básica**. 2. Ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 68p, 2010.

CAMPOS, A. L. R.; NASCIMENTO, C.F. L.; GRAZINI, J. T., ASSIS, A. N., VÍTOLO, M. R.; NÓBREGA, F. J. Aspectos nutricionais, psicológicos e sociais de mães de crianças desnutridas. **Jornal de Pediatria**, v.71, n.4, p214-218, 1995.

CASTRO, T. G.; NOVAES, J. F.; SILVA, M. R.; COSTA, N. M. B.; FRANCESCHINI, S. C. C.; TINÔCO, A. L. A.; LEAL, P. F. G. Caracterização do

consumo alimentar, ambiente socioeconômico e estado nutricional de pré-escolares de creches municipais. **Revista de Nutrição de Campinas**, v.18, n.3, p.321-330, 2005.

CNS – Conselho Nacional de Saúde. **Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos**. Brasília, Conselho Nacional de Saúde, 1997, 20 p.

FISBERG, R. M.; MARCHIONI, D. M. L.; CARDOSO, M. R. A. Estado nutricional e fatores associados ao déficit de crescimento de crianças freqüentadoras de creches públicas do Município de São Paulo, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, v.20, n.3, p.812-817, 2004.

FRANÇA, E.; SOUZA, J. M.; GUIMARÃES, M. D. C.; GOULART, E. M. A.; COLOSIMO, E. ANTUNES, C. M. F. Associação entre fatores sócio-econômicos e mortalidade infantil por diarreia, pneumonia e desnutrição em região metropolitana do Sudeste do Brasil: um estudo caso-controle. **Cadernos de Saúde Pública**, v.17, n.6, p.1437-1447, 2001

FUJIMORI, E.; LAURENTI, D.; NÚÑEZ DE CASSANA, L. M.; OLIVEIRA, I. M. V.; SZARFARC, S. C. Anemia e deficiência de ferro em gestantes adolescentes. **Revista de Nutrição**, v.13, n.3, p.177-184, 2000

Haidar, F. H.; OLIVEIRA, U. F. Nascimento, L. F. C. Escolaridade materna: correlação com os indicadores obstétricos. **Caderno de Saúde Pública**, v.17, n.4, p.1025-1029, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) **Pesquisa sobre padrões de vida. 1996-1997: primeira infância**. Rio de Janeiro: IBGE, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) **Síntese de Indicadores Sociais**, 2010.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONOMICA APLICADA (IPEA). **Atlas do desenvolvimento Humano no Brasil**. IDH-M, 2006.

MINAGAWA, A. T.; BIAGOLINE, R. E. M.; FUJIMORI, E.; OLIVEIRA, I. M. V.; MOREIRA, A. P. C. A.; ORTEGA, L. D. S. Peso ao nascer e condições maternas no pré-natal. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v.40, n.4, p.548-54, 2006.

MONTE, C. M. V.; GIUGLIANI, E. R. J. Recomendações para alimentação complementar da criança em aleitamento materno. **Jornal de Pediatria**, v.80, n.5, p.131-141, 2004.

OSÓRIO, M. M. Fatores determinantes da anemia em crianças. **Jornal de Pediatria**, v.78, n.4, p.269-278, 2002.

PESQUISA NACIONAL DE DEMOGRAFIA E SAÚDE DA CRIANÇA E DA MULHER – PNDS. Dimensões do processo reprodutivo e da saúde, 2006. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/pnds_crianca_mulher.pdf>. Acesso: 05 Fev 2013.

RIBAS, D. L. B.; PHILIPPI, S. T., TANAKA, A. C.; ZORZATTO, J. R. Saúde e estado nutricional infantil de uma população da região Centro-Oeste do Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v.33, n.4, p. 358-365, 1999.

SILVA, G. A. P.; BALABAN, G.; MOTTA, M. E. F.A. Prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes de diferentes condições socioeconômicas. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, v.5, n.1, p.53-59, 2005.

SILVEIRA, M.F.; SANTOS, I.S.; BARROS, A.J.D.; MATIJASEVICH, A.; BARROS, F.C.; VICTORA, C.G. Aumento da prematuridade no Brasil: revisão de estudos de base populacional. **Revista de Saúde Pública**, v.42, n.5, p.957-964, 2008.

TUMA, R. C. F. B.; COSTA, T. H. M.; SCHMITZ, B. A. S. Avaliação antropométrica e dietética de pré-escolares em três creches de Brasília, Distrito Federal. **Revista Brasileira de Saúde Materno-Infantil**, v.5, n.4, p.419-428, 2005.

UCHIMURA, T. T.; SZARFARC, S. C.; UCHIMURA, N. S.; BERCINI, L. O. Índice de proporcionalidade do baixo peso ao nascer e a sua relação com a mortalidade neonatal. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 3, p. 753-757, 2001.

VITOLO, M. R.; GAMA, C. M.; BORTOLINI, G. A.; CAMPAGNOLO, P. D. B.; GRACHLER, M. L. Alguns fatores associados a excesso de peso, baixa estatura e déficit de peso em menores de 5 anos. **Jornal de Pediatria**, v.84, n.3, p.251-257, 2008.

ZÖLLNER, C. C.; FISBERG, R. M. Estado nutricional e sua relação com fatores biológicos, sociais e demográficos de crianças assistidas em creches da Prefeitura do Município de São Paulo. **Revista Brasileira de Saúde Materno-Infantil**, v.6, n.3, p.319-328, 2006.

3.3. Artigo 3: Impacto da utilização de arroz fortificado com ferro, zinco, tiamina e ácido fólico no estado nutricional de pré-escolares

RESUMO

A fortificação de alimentos constitui-se em importante estratégia para o controle da deficiência de micronutrientes e apresenta como vantagens a alta cobertura populacional e o fato de não alterar hábitos alimentares. Este trabalho teve como objetivo avaliar o impacto da utilização de um arroz fortificado (Ultra Rice[®] - UR[®]) com ferro, zinco, tiamina e ácido fólico no estado nutricional de pré-escolares. Participaram do estudo 99 crianças matriculadas em duas creches filantrópicas do município de Viçosa, MG, sendo que às crianças de uma das creches foi oferecido UR[®] misturado ao arroz polido, numa proporção de 1:100, como parte da alimentação escolar (creche teste) e às crianças da outra creche, foi oferecido arroz polido puro (creche controle). Avaliações antropométricas e bioquímicas foram realizadas antes e após 4 meses de intervenção. Realizou-se ainda a avaliação dietética dessas crianças e a avaliação sensorial do UR[®] misturado ao arroz polido, utilizando-se o índice de aceitabilidade (IA). A ingestão de energia ($p = 0,026$) e de proteínas ($p = 0,041$) pelos pré-escolares da faixa etária de 4 a 6 anos foi significativamente maior na creche teste, assim como a ingestão de vitamina B₁, folato e ferro, pelas crianças de 2 a 6 anos ($p < 0,05$). O arroz fortificado melhorou o estado nutricional dos pré-escolares em relação às concentrações de zinco ($p < 0,001$), tiamina ($p < 0,001$), ácido fólico ($p = 0,003$), hemoglobina corpuscular média (HCM) ($p < 0,001$) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) ($p < 0,001$). Não foram detectadas diferenças significativas entre o início e o final do período de intervenção quanto aos valores de hematócrito, hemoglobina e eritrócitos ($p > 0,05$). O estado nutricional das crianças, no início e ao final do estudo, foi satisfatório, uma vez que houve maior prevalência de eutrofia e baixos percentuais de baixo peso em ambas as creches. Os pré-escolares apresentaram ganho de peso após os 4 meses de intervenção, sendo que, na creche teste, as médias de escore-z para os índices P/E e IMC/idade também foram significativamente superiores ($p < 0,001$). O arroz fortificado apresentou excelente aceitação sensorial entre os pré-escolares (IA = 98 %). O presente estudo forneceu informações úteis sobre o estado nutricional de pré-escolares atendidos em creches do município de Viçosa, MG, além de ter demonstrado a

eficácia da utilização do arroz fortificado com ferro, zinco, tiamina e ácido fólico no estado nutricional dessas crianças.

Palavras-chave: Avaliação bioquímica; avaliação antropométrica; consumo alimentar.

ABSTRACT

Fortification of food constitutes an important strategy for the control of micronutrient deficiency and has advantages such as high population coverage and maintenance of eating habits. This study aimed to assess the impact of using fortified rice (Ultra Rice[®] - UR[®]) with iron, zinc, thiamine and folic acid on the nutritional status of preschoolers. Ninety-nine children enrolled in two philanthropic preschools in Viçosa, MG, Brazil, participated of the study. Children of one of the preschools was offered UR[®] mixed with polished rice, at a ratio of 1:100, as part of school meals (test preschool) and the children of another preschool was offered pure polished rice (control preschool). Anthropometric and biochemical evaluations were performed before and after 4 months of intervention. Also, dietary assessment of these children and sensory evaluation of UR[®] mixed with polished rice, using the acceptability index (AI) were performed. The energy ($p = 0.026$) and protein ($p = 0.041$) intake of preschool children aged 4-6 years was significantly higher in the test preschool as well as the intake of vitamin B₁, folate and iron ($p = 0.05$) for children aged 2-6 years. The fortified rice improved the nutritional status of preschool children in relation to concentrations of zinc ($p < 0.001$), thiamine ($p < 0.001$), folic acid ($p = 0.003$), mean corpuscular hemoglobin (MCH) ($p < 0.001$) and mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) ($p < 0.001$). No significant differences were found between the beginning and end of the intervention period regarding to the values of hematocrit, hemoglobin and erythrocytes ($p > 0.05$). The nutritional status of children at the beginning and end of the study was satisfactory, since there was a higher prevalence of normal weight and low percentages of underweight in both preschools. Preschool children gained weight after 4 months of intervention and, in the test preschool, mean of score-z for the indexes W/H and BMI/age were also significantly higher ($p < 0,001$). The fortified rice showed good acceptability among preschoolers (AI = 98 %). This study provided useful information about the nutritional status of preschool children enrolled in preschools in the city of Viçosa, MG, Brazil, and

demonstrated the effectiveness of using rice fortified with iron, zinc, thiamine and folic acid on the nutritional status of these children.

Keywords: biochemical assessment, anthropometric assessment, dietary intake.

1. INTRODUÇÃO

Nas sociedades atuais, as crianças constituem um dos grupos de maior vulnerabilidade da população, uma vez que são expostas a situações de alto risco para problemas nutricionais durante seu crescimento (OLIVEIRA et al., 2006; DANTAS et al., 2007). O déficit nutricional é responsável, direta ou indiretamente, por mais de 60 % das 10 milhões de mortes que acometem crianças menores de cinco anos, causadas, em sua maioria, por doenças infecciosas, como a diarreia. A nutrição adequada é um dos fatores de maior impacto na saúde infantil (FALBO et al., 2006; DANTAS et al., 2007).

Os distúrbios do estado nutricional, em especial os relacionados à deficiência de micronutrientes, podem ter causalidade múltipla. Essas deficiências constituem fatores de risco para a saúde e sobrevivência de grupos vulneráveis, como crianças em idade pré-escolar (MARTINS et al., 2007). A deficiência de minerais e vitaminas pode estar presente, inclusive, em indivíduos com sobrepeso, interferindo em todo o desenvolvimento, com conseqüências tanto do ponto de vista físico como social e econômico, e no desenvolvimento do País (NUTTI et al., 2011).

As carências de micronutrientes podem ocorrer de forma simultânea (SENA e PEDROSA, 2005) e trazer sérias conseqüências à saúde da criança. Além de apresentar cansaço e fraqueza, devido à má utilização de energia pelos músculos, as crianças podem apresentar alterações comportamentais e cognitivas e ter o seu crescimento prejudicado (MARCOS et al., 2003; WEISSTAUB et al., 2008).

O estado nutricional influencia de maneira importante na capacidade de aprendizagem e no desempenho das crianças na escola, uma vez que a adequação quali-quantitativa da dieta é de extrema importância para o amadurecimento das estruturas neurológicas que favorecem o processo de aprendizagem. Crianças em idade escolar, que apresentam deficiência de micronutrientes na sua alimentação, não apresentam a mesma capacidade de aprendizagem que as crianças bem nutridas. Como as crianças de países em

desenvolvimento, entre eles o Brasil, em geral chegam à idade escolar com problemas de desnutrição crônica, a escola tem um papel relevante na orientação para o aumento da ingestão de micronutrientes, reduzindo sua deficiência (COSTA et al., 2001).

Diante disso, faz-se necessário utilizar estratégias para evitar tais distúrbios nutricionais, como a fortificação de alimentos, a qual constitui uma alternativa de intervenção recomendada em primeira instância para as localidades de maior prevalência (ZANCUL, 2004).

O arroz tem sido considerado como alimento básico e veículo de fortificação em países onde as populações sofrem de deficiências de micronutrientes por ser um dos cereais mais populares em todo o mundo, servindo como alimento básico para 39 países e quase metade da população mundial (DEXTER, 1998). Neste contexto, o arroz fortificado com micronutrientes a partir da tecnologia Ultra Rice[®] (UR[®]) pode constituir-se num importante aliado na prevenção e no controle das carências nutricionais específicas às diversas faixas etárias, pois seus grãos podem ser fortificados com um ou mais nutrientes e serem utilizados por populações específicas de acordo com suas carências emergenciais (ZANCUL, 2004). Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da utilização de um arroz fortificado (UR[®]) com ferro, zinco, tiamina e ácido fólico sobre o estado nutricional de pré-escolares.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Matéria-prima

Foram utilizados grãos de arroz extrusados a partir de farinha de arroz (Ultra Rice[®]), produzidos e cedidos por um fabricante de massas alimentícias após autorização pelo *Program for Appropriate Technology in Health* (PATH). Os grãos continham ferro (sob a forma de pirofosfato férrico micronizado), zinco (sob a forma de óxido de zinco), tiamina (sob a forma de mononitrato de tiamina) e ácido fólico. Os grãos foram misturados com arroz polido tipo 1, longo fino, numa proporção de 1:100 e servidos no almoço.

A dosagem de micronutrientes no UR[®] leva em consideração fatores como perdas no processamento, transporte, armazenamento e cocção, bem como a biodisponibilidade do composto utilizado para fortificação. Essas

perdas são compensadas na formulação, de modo que os níveis-alvo sejam atingidos no arroz cozido. Assim, cada 1 g de UR[®] cozido deve fornecer dois terços (66 %) das recomendações diárias de ferro, zinco, tiamina e ácido fólico para crianças em idade pré-escolar. Assim, por exemplo, uma porção de 50 g dessa preparação, contém 0,5 g de UR[®] e atende a um terço (33,33 %) das *Recommended Dietary Allowances* (RDA) desses micronutrientes para esse grupo populacional. Para isso, 0,5 g de UR[®] cru deve conter 4,2 mg de ferro, 2,1 mg de zinco, 0,36 mg de tiamina (vitamina B₁) e 72 µg de ácido fólico.

2.2. Amostra

O estudo foi realizado em duas creches filantrópicas do município de Viçosa, MG. Cento e quarenta e três crianças de 2 a 6 anos, de ambos os sexos, foram consideradas elegíveis para participar do estudo. Foram incluídas no estudo as crianças cujos índices de hemoglobina (Hb) foram iguais ou superiores a 11,0 g/dL. Foram excluídas as crianças diagnosticadas com anemia ferropriva, as quais receberam suplementação de sulfato ferroso após avaliação por médico competente da Secretaria de Saúde do município. Também foram excluídas aquelas crianças que estavam em uso de sulfato ferroso ou outro suplemento nutricional. Um total de 131 crianças foi selecionado, das quais 112 foram submetidas a coletas de sangue, após consentimento dos pais. Dessas, 13 não compareceram para realização das avaliações dietética e antropométrica, obtendo-se um total de 99 crianças que participaram de todas as etapas do estudo. A Figura 1 mostra o esquema de seleção amostral do estudo:

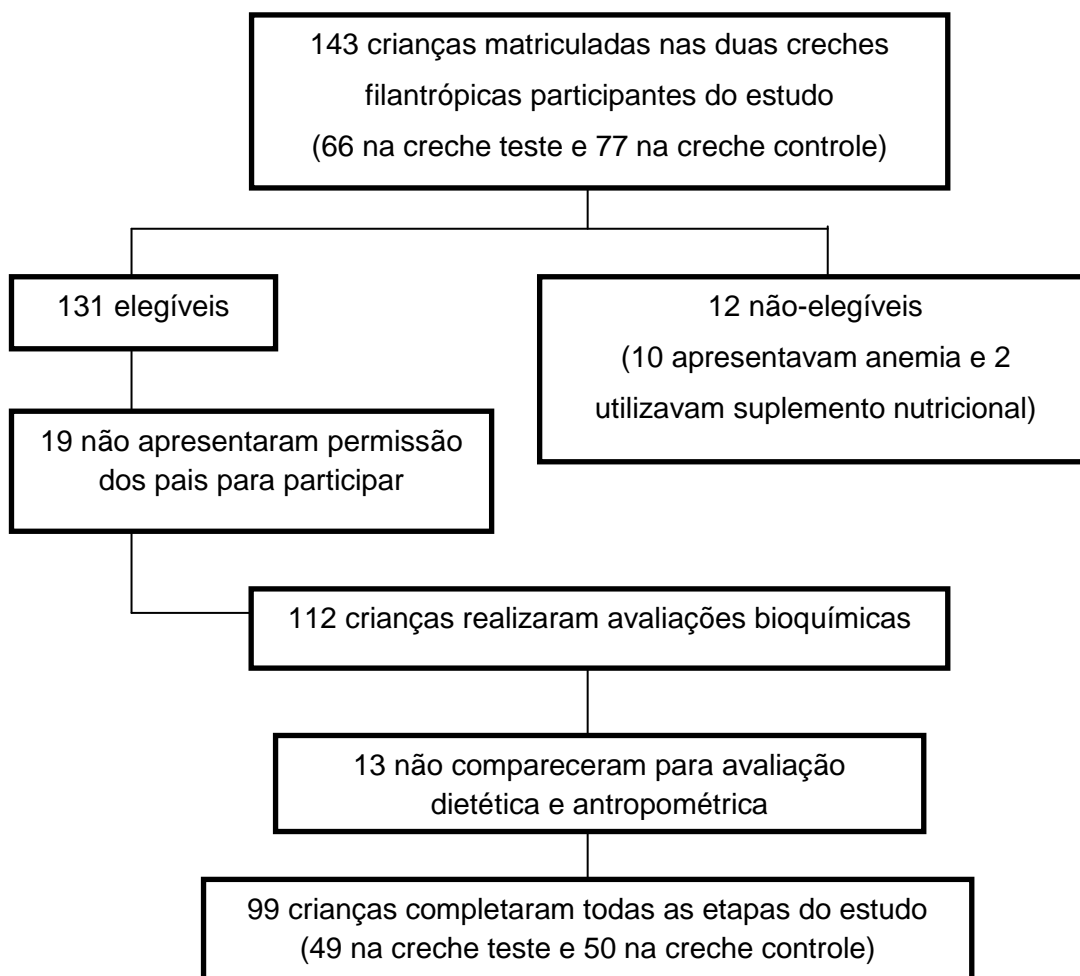


Figura 1. Esquema de seleção amostral das crianças matriculadas em duas creches filantrópicas no município de Viçosa, MG.

O tamanho amostral foi calculado utilizando-se a seguinte fórmula:

$$n = 2 \times [z_{(1-\alpha)/2} + z_{(1-\beta)}]^2 \div \Delta^2$$

Onde:

n = tamanho da amostra

$z_{(1-\alpha)/2}$: nível de significância (nesse caso, 1,96, valor utilizado para um nível de significância de 5 %).

$z_{(1-\beta)}$: poder estatístico (nesse caso, 0,8416, valor utilizado para se obter um poder estatístico de 80 %)

Δ = diferença média esperada entre o grupo intervenção e o grupo controle (nesse caso, 8,2 ng/mL) \div desvio padrão da ferritina (desfecho principal esperado) no grupo teste, no período de *baseline* (nesse caso, 15,3 ng/mL) (RADHIKA et al., 2011).

(<http://www.oxfordradcliffe.nhs.uk/research/projects/documents/medical-statistics-online-help.pdf>).

Utilizando-se a fórmula acima, obteve-se 55 crianças por grupo (teste e controle), num total de 110 crianças no total. Entretanto, devido às perdas amostrais, o tamanho final da amostra foi de 99 crianças, sendo 49 na creche teste e 50 na creche controle.

2.3. Desenho experimental

Trata-se de um estudo de intervenção, de modo que as crianças de uma das creches selecionadas receberam, como parte da alimentação escolar, arroz polido (creche controle) e as crianças da outra creche receberam UR[®] misturado ao arroz polido (creche teste), numa proporção de 1:100. O estudo teve duração de quatro meses. As porções de arroz foram servidas diariamente, de segunda a sexta-feira. As crianças foram submetidas a avaliações antropométricas e bioquímicas em dois momentos, antes e após o período de intervenção (Figura 2).

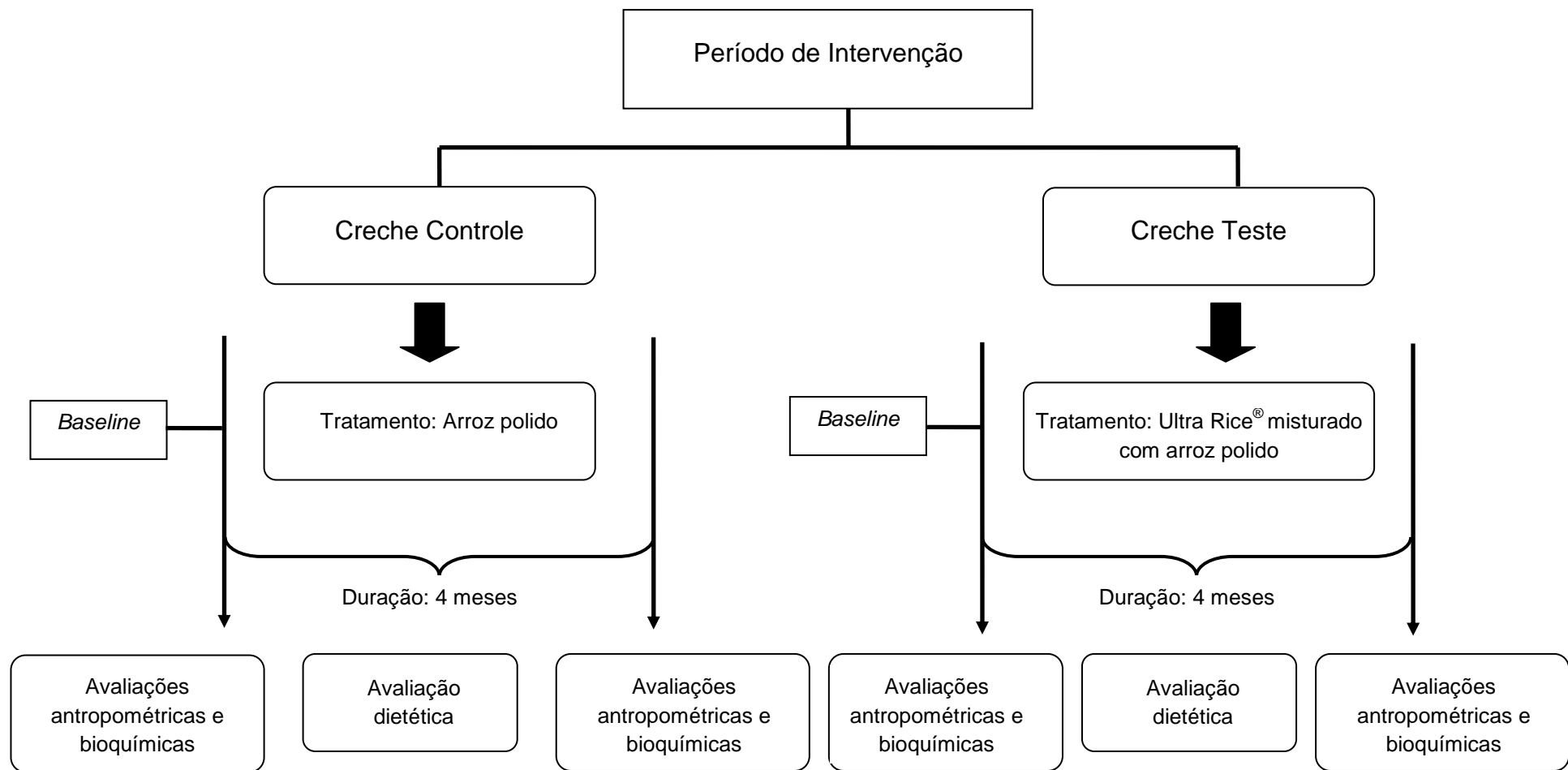


Figura 2. Desenho experimental do estudo de intervenção com pré-escolares do município de Viçosa.

2.4. Avaliação dietética

O consumo alimentar nas creches foi medido por meio da aplicação do método da pesagem direta de alimentos e do registro alimentar, complementado com um recordatório 24 h. Para padronização na coleta de dados foi realizado treinamento dos entrevistadores, com utilização de formulário padrão para aplicação do método.

A determinação do peso dos alimentos servidos (3 amostras) foi realizada para obter a média da quantidade de alimentos oferecidos pela pré-escola (Anexo 4). As repetições e os restos de cada criança foram anotados numa Planilha de Registro dos Dados Individuais – Número de Repetições e Peso do Resto (Anexo 5).

Para determinação do peso dos alimentos foi utilizada balança digital com capacidade para 5 kg e precisão de 1 g devidamente calibrada. Os alimentos quando sólidos foram pesados sobre um prato previamente pesado e, quando de consistência líquida (sopas, sucos), foram utilizados copos plásticos. Todas as preparações servidas às crianças tiveram seu modo de preparo anotado e ingredientes pesados, dados que foram anotados na Planilha de Descrição dos Alimentos/Preparações e Receitas (Anexo 6).

A avaliação do consumo alimentar pelo método da pesagem direta foi restrita às refeições oferecidas pela escola. Para obtenção dos dados de ingestão alimentar no domicílio, foi realizada a aplicação de um registro alimentar que foi complementado com um recordatório 24 h com o responsável pela criança no dia seguinte à pesagem direta.

Para controle da variabilidade intrapessoal do consumo alimentar das crianças, foi realizada uma segunda avaliação do consumo, realizando nova pesagem com 25 % das crianças avaliadas, sorteadas aleatoriamente. Esta foi realizada com intervalo de pelo menos um dia entre as coletas, repetindo o procedimento de coleta do primeiro inquérito.

Para cálculo da *Estimated Energy Requirements* (EER), os fatores de atividade física utilizados foram os de atividade leve (1,13 para meninos e 1,16 para meninas). No caso de crianças que praticavam alguma atividade física adicionalmente às atividades habituais, foi considerado o fator de atividade física ativo (1,26 para meninos e 1,31 para meninas).

As análises e cálculos das dietas foram feitos com auxílio do *software* Avanutri, versão 2.0. Calculou-se energia, carboidratos, proteínas, lipídios, ferro, zinco, vitaminas B₁, C e ácido fólico.

2.5. Exames laboratoriais

Os exames laboratoriais também foram realizados no início e ao final do período de intervenção. Em uma das creches, a coleta de sangue das crianças foi realizada por um profissional do Laboratório de Análises Clínicas, na Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Em outra creche, a coleta foi realizada por enfermeiros no próprio local, em função da preferência da instituição. Amostras com aproximadamente 12 mL de sangue foram colhidas em seringas descartáveis, por punção venosa. Cerca de 4 mL da amostra colhida foram transferidos para um tubo com anticoagulante etilenodiaminotetracético (EDTA) para realização do hemograma completo e tiamina eritrocitária; 4 mL foram transferidos para um tubo soro-gel para análise de folato sérico, PCR ultra-sensível e ferritina e o restante do sangue (4 mL) foi transferido para um tubo *trace*, para determinação do zinco sérico.

Antes do início do estudo, as crianças foram desparasitadas com Albendazol (suspensão oral, 40 mg), conforme indicação médica.

O hemograma foi realizado no Laboratório de Análises Clínicas da Divisão de Saúde da UFV. As análises de folato, ferritina, PCR ultra-sensível e zinco sérico foram realizadas em parceria com o Laboratório Álvaro, em Cascavel, Paraná.

A análise de tiamina eritrocitária, sob a forma de tiamina difosfato, foi realizada no Laboratório de Análise de Vitaminas do Departamento de Nutrição e Saúde da UFV, por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), com base no método utilizado por Mancinelli et al. (2003), como descrito a seguir: cerca de 4 mL de sangue foram coletados em tubos contendo EDTA, centrifugados a 3.500 rpm a 4°C por 10 minutos para remoção do plasma e das células brancas e, em seguida, utilizados para a extração de tiamina. Foram pipetados 300 µL da papa de eritrócitos em um tubo *ependorf* e, em seguida, adicionou-se 300 µL de ácido perclórico 0,4 M. Os tubos foram colocados em um banho ultrassônico (Odontobrás, modelo T1440) por 5 minutos e posteriormente, centrifugados em microcentrífuga de tubos (Quimis, modelo

Q222-E12) a 14.000 rpm por 10 minutos. O sobrenadante foi utilizado para a derivatização pré-coluna de tiamina a tiocromo. Para a derivatização, 80 µL do sobrenadante foram transferidos para *vial* de 2 mL e misturados com 50 µL de metanol, 50 µL de K₃Fe(CN)₆ 30 mM e 50 µL de NaOH 0,8 M. Após agitação por 20 segundos em agitador de tubos, 50 µL foram injetados na coluna cromatográfica para análise.

O sistema de CLAE (Shimadzu, modelo SCL 10AD VP) empregado na análise de tiamina foi composto de bomba de alta pressão (com válvula para gradiente quaternário de baixa pressão), modelo LC-10AD VP; injetor automático com alça de amostragem de 50 µL, modelo SIL-10AF e detector de fluorescência modelo RF10AXL. O sistema foi controlado pelo software Multi System, Class VP 6.12. A separação foi feita em coluna RP18 Phenomenex Gemini, 250 mm x 4,6 mm, 5 µm, munida de coluna de guarda Phenomenex ODS (C18), 4 mm x 3 mm (Merck, Alemanha). As condições cromatográficas utilizadas foram: fase móvel composta por tampão fosfato 25 mM pH ajustado para 7,0 com H₃PO₄: metanol: acetonitrila (70: 20:10); fluxo: 1 mL/min, detecção por fluorescência com excitação a 365 nm e emissão a 435 nm.

Para construção da curva analítica de tiamina difosfato, utilizou-se injeção em duplicata de 6 concentrações crescentes de soluções de padrão autêntico de tiamina difosfato (Sigma-Aldrich, Alemanha), na faixa entre 0,17 ng e 17,35 ng. A quantificação da tiamina eritrocitária nas crianças foi realizada pela equação de regressão obtida ($y = 316667075,82 x - 135188,41$; $R^2 = 0,9819$).

2.6. Avaliação antropométrica

As medidas antropométricas realizadas foram peso e estatura, aferidas no início e ao final do estudo. Para aferição de tais medidas, foram utilizados equipamentos e técnicas preconizadas por Jelliffe (1966). O peso foi verificado utilizando-se uma balança portátil, digital, eletrônica, com capacidade de 150 kg e sensibilidade de 50 g. As medidas de altura foram realizadas utilizando-se estadiômetro com extensão de 2 m, dividido em cm e subdivido em mm.

Os índices peso por idade (P/I), peso por estatura (P/E), estatura por idade (E/I) e Índice de Massa Corporal por idade (IMC/idade) foram utilizados como critério de diagnóstico a partir do cálculo do escore-z, adotando-se como

referência antropométrica a preconizada pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 2006; WHO, 2007).

Foram classificadas como de baixo peso as crianças cujos índices P/I e P/E se encontraram abaixo de -2 escore-z; com peso adequado as crianças cujo índice P/I se encontrou entre -2 e +2 escore-z e o índice P/E se encontrou entre -2 e -1 escore-z, com risco de sobrepeso aquelas com P/E entre +1 e +2 escore-z, com sobrepeso aquelas com P/E entre +2 e +3 escore-z e com obesidade aquelas com P/E acima de +3 escore-z. As crianças que apresentaram o índice E/I abaixo de -2 escore-z foram classificadas como de baixa estatura. Quanto ao IMC, a classificação adotada foi baixo IMC para idade (IMC < -2 escore-z), eutrofia (IMC ≥ -2 escore-z e < +2 escore-z) e obesidade (IMC ≥ +2 escore-z) (BRASIL, 2008).

2.7. Avaliação da aceitação do UR[®] pelos pré-escolares

Para avaliação da aceitação pelos pré-escolares do arroz contendo o UR[®] foi aplicado o teste “Resto Ingestão”, segundo recomendações do FNDE/Ministério da Educação (CECANE, 2010). Este tipo de teste permite avaliar a aceitabilidade das refeições em coletividades e é considerado para validar estudos a fim de inserir qualquer tipo de refeição no processo de distribuição da alimentação escolar.

A aceitabilidade dos alimentos e respectivas preparações foram avaliadas por meio do Índice de Aceitabilidade (IA), que relaciona a quantidade da refeição consumida com a quantidade da refeição distribuída, de acordo com a seguinte equação:

$$IA = \frac{\text{peso total da preparação} - (\text{sobra limpa} + \text{resto})}{\text{peso da preparação} - \text{sobra limpa}}$$

Onde:

Sobra limpa: quantidade da preparação não distribuída às crianças;

Resto: quantidade da preparação distribuída às crianças que não foi ingerida, restando no prato.

O arroz foi preparado seguindo o cardápio utilizado na pré-escola. O arroz foi pesado, colocado em pratos individuais e oferecido às crianças. Após a ingestão, os recipientes foram recolhidos e os restos juntados e pesados. A sobra limpa também foi pesada.

2.8. Análises estatísticas

O banco de dados foi elaborado com auxílio do software Excel (Microsoft Excel, 2007).

Para a classificação do estado nutricional das crianças foram utilizados os Softwares WHO Anthro versão 3.2.2 e WHO AnthroPlus versão 1.0.4.

Os testes estatísticos foram realizados por meio do programa SigmaPlot - Scientific Data Analysis and Graphing Software, versão 11.0.

Foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov para avaliar a normalidade dos dados. Para avaliar possíveis diferenças entre as medianas das variáveis estudadas nas duas creches, foi utilizado o teste de Mann-Whitney, utilizando-se um nível de significância de 5 % ($p < 0,05$). Para analisar o efeito da intervenção com UR[®], os dados antropométricos e bioquímicos coletados no início e no final da intervenção foram comparados pelo teste de Wilcoxon, quando não houve distribuição normal dos dados, e pelo teste-t pareado, quando a distribuição foi normal, utilizando-se um nível de significância de 5 % ($p < 0,05$).

O teste do qui-quadrado de Pearson foi utilizado para comparação das proporções de perfil nutricional entre as creches. Utilizou-se, ainda, o teste de Mac Neamer para comparação entre as proporções de perfil nutricional entre uma mesma creche teste antes e após o período de intervenção. O nível de significância adotado foi de 5 % ($p < 0,05$).

2.9. Aspectos Éticos

Os responsáveis pelas crianças foram informados do estudo e do sigilo das informações e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, autorizando a participação da criança (Anexo 2).

Os esclarecimentos foram feitos em linguagem acessível e a liberdade do consentimento em participar da pesquisa foi garantida a todos os indivíduos, conforme preconizado pelas Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisa envolvendo Seres Humanos do Conselho Nacional de Saúde (CNS, 1997).

Os pais ou responsáveis receberam um parecer do diagnóstico nutricional da criança, contendo informações como o peso e altura da criança, com a respectiva classificação do estado nutricional, bem como os resultados dos exames laboratoriais.

Para as crianças que apresentaram algum grau de distrofia, foram agendadas consultas nutricionais com os pais e com as crianças a fim de orientá-los e auxiliá-los quanto à melhora do quadro nutricional presente.

Ao final do estudo, os pais receberam orientações nutricionais a respeito da alimentação de seus filhos, sob a forma de palestras, com a utilização de cartazes e pôsteres.

Após a finalização do estudo, as crianças matriculadas na creche controle também receberam o arroz fortificado, como parte de sua alimentação escolar, durante o mesmo período em que as crianças da creche teste o receberam.

O estudo recebeu aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (UFV) (Of. Ref. Nº 061/2011) (Anexo 3).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização da amostra

Das 99 crianças que participaram de todas as etapas do estudo (avaliação bioquímica, dietética e antropométrica), 53,5 % (n=53) eram do sexo feminino. Quanto à faixa etária, 47,5 % (n=47) dos participantes tinham de 2 a 3 anos e 52,5 % (n=52) tinham entre 4 a 6 anos, ou seja, todas as crianças apresentavam-se em idade pré-escolar, sendo que a mediana de idade foi de 4 anos na creche teste e de 3 anos na creche controle.

3.2. Avaliação dietética

A ingestão de energia e nutrientes nas creches teste e controle, em pré-escolares da faixa etária de 2 e 3 anos e de 4 a 6 anos, está apresentada na Tabela 1. Não foram observadas diferenças significativas entre as médias e medianas dos macronutrientes e de energia em crianças da faixa etária de 2 e 3 anos. Já para as crianças de 4 a 6 anos, a ingestão de energia e de proteínas foi significativamente maior na creche teste.

Observa-se que na creche teste houve um consumo significativamente maior de vitamina B₁, folato, cálcio e ferro, quando comparada à creche controle, que apresentou consumo de vitamina C significativamente maior, nas

duas faixas etárias estudadas. A maior ingestão de vitamina B₁, ferro e folato pela creche teste pode ser atribuída ao consumo de arroz fortificado (UR[®]), já que esse produto é enriquecido com estes micronutrientes. Apesar de o UR[®] também ser fortificado com zinco, não houve diferença significativa quanto à média de ingestão deste mineral entre as creches teste e controle, devido ao maior consumo de alimentos fontes de zinco pelas crianças da creche controle.

Tabela 1. Comparação do consumo (domicílio mais creche) de energia e nutrientes por pré-escolares de duas creches filantrópicas do município de Viçosa, MG.

Variáveis	Crianças 2 - 3 anos		P	Crianças 4 - 6 anos		P
	Média ± DP			Média ± DP		
	Med (Min - Max)			Med (Min-Max)		
	Creche Teste	Creche Controle		Creche Teste	Creche Controle	
Energia (Kcal)**	1240,99 ± 341,34 1163,19 (859,75 – 2524,25)	1174,68 ± 288,64 1202,54 (674,74 – 1647,80)	0,474	1439,23 ± 407,65 1305,75 (968,53 – 2616,42)	1393,47 ± 323,95 1332,44 (997,12 – 2152,87)	0,026
Proteína(g)**	44,37 ± 10,62 41,80 (26,63 – 75,36)	39,86 ± 12,85 40,46 (16,31– 66,48)	0,266	53,54 ± 18,88 45,33 (31,37 – 99,46)	42,06 ± 11,44 40,41 (24,28– 65,39)	0,041
Carboidrato (g)**	173,70 ± 46,63 160,64 (121,28 – 331,67)	176,97 ± 44,40 177,14 (99,23 – 263,46)	0,712	217,31± 76,33 200,38 (55,98 – 418,45)	220,98 ± 52,91 212,52 (150,65 – 331,74)	0,328
Lipídio (g)*	39,60 ± 15,38 37,91 (19,63 – 99,57)	34,15 ± 10,52 32,58 (19,06 – 54,92)	0,144	37,12 ± 15,29 32,32 (17,20 – 93,58)	37,93 ± 12,84 36,88 (22,57 – 71,19)	0,824
Fibra alimentar (g)	7,89 ± 2,80 7,90 (4,80 – 13,80)	8,79 ± 2,41 8,75 (4,80 – 14,70)	0,117	12,40 ± 4,21 11,40 (4,40 – 22,40)	12,20 ± 2,30 12,50 (7,20 – 18,10)	0,938
Vitamina B ₁ (mg)**	1,28 ± 0,33 1,28 (0,69 – 2,14)	0,96 ± 0,32 0,91 (0,31 – 1,75)	0,003	2,70 ± 1,60 2,18 (0,98 – 7,53)	1,19 ± 0,49 1,04 (0,75 – 2,71)	<0,001
Vitamina C (mg)*	48,64 ± 66,36 24,09 (11,08 – 322,76)	64,79 ± 50,63 50,81 (21,54 – 221,74)	0,006	36,34 ± 28,23 29,66 (6,66 – 128,62)	99,66 ± 94,73 74,79 (16,86 – 456,33)	<0,001
Vitamina A (RE)	276,82 ± 621,66 206,12 (40,21 – 1300,38)	304,93 ± 125,47 271,12 (94,55 ± 561,74)	0,090	435,41 ± 893,06 248,04 (38,74 – 4994,90)	392,43 ± 207,05 367,61 (117,70 – 947,14)	0,040
Folato (µg)*	99,68 ± 31,05 92,46 (57,68 – 171,58)	51,78 ± 22,99 43,87 (21,54 – 96,57)	<0,001	218,19 ± 170,54 160,79 (53,16 – 790,18)	54,34 ± 24,61 44,91 (24,22 – 125,75)	<0,001
Ferro (mg)**	8,94 ± 1,65 9,11 (5,52 – 11,81)	7,55 ± 2,18 7,53 (3,61 – 12,20)	0,021	10,34 ± 4,04 11,90 (5,92 – 13,52)	8,78 ± 2,19 9,05 (4,60 – 12,50)	<0,001
Zinco (mg)*	5,31 ± 1,39 5,02 (3,23 – 8,30)	6,98 ± 5,93 5,67 (3,27 – 33,70)	0,207	10,83 ± 14,53 7,11 (3,13 – 83,60)	9,22 ± 12,39 5,86 (3,97 – 65,30)	0,063
Cálcio (mg)	827,62 ± 255,93 802,89 (494,62 – 1392,31)	520,35 ± 250,55 518,78 (123,50 – 993,42)	<0,001	668,73 ± 220,91 601,91 (321,96 – 1306,57)	495,70 ± 195,45 443,50 (190,08 – 908,68)	0,004

Resultados obtidos por meio da pesagem direta de alimentos, complementada com um recordatório de 24 h, expressos em média ± desvio-padrão, mediana (mínimo e máximo) de variáveis de crianças de 2 a 6 anos após 4 meses de estudo. n = 99 crianças (49 na creche teste e 50 na creche controle).

*Teste Mann-Whitney Rank Sum (distribuição não-paramétrica). ** Teste-t (distribuição paramétrica). Med = Mediana, Min = Mínimo, Máx = Máximo. Valores em negrito: p<0,05.

3.3. Avaliação bioquímica

No início do estudo, as creches eram homogêneas em relação às concentrações de eritrócitos, hemoglobina, hematócrito, volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM), concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), ácido fólico, tiamina, zinco sérico e PCR ($p > 0,05$). Entretanto, as crianças da creche teste apresentavam maiores concentrações de tiamina eritrocitária ($p = 0,012$) e de ferritina ($p < 0,001$) quando comparadas às crianças da creche controle (Tabela 2).

Ao final do período de estudo, os valores de HCM ($p < 0,001$), CHCM ($p < 0,001$), ácido fólico ($p < 0,003$) e zinco sérico ($p < 0,001$) aumentaram em comparação ao início do estudo na creche teste, indicando eficácia da utilização do arroz fortificado em relação a essas variáveis (Tabela 2).

Não foram encontradas diferenças nos valores de eritócitos, hemoglobina e hematócrito em ambas as creches entre o início e o final do período de intervenção ($p > 0,05$) (Tabela 2). Isso pode ser explicado pelo fato de que as crianças selecionadas para o estudo apresentaram estado nutricional adequado de ferro, ou seja, não apresentavam anemia no início do experimento. De acordo com Carvalho et al. (2006), quando os níveis de ferro absorvidos pela dieta são adequados, a mucosa intestinal regulariza a sua absorção para manter constante o conteúdo de ferro do organismo, o que explicaria o fato de não terem sido encontradas diferenças nos valores das variáveis descritas anteriormente. Entretanto, os valores de HCM e CHCM aumentaram significativamente ($p < 0,001$) após o consumo do arroz fortificado pelas crianças da creche teste (Tabela 2), indicando possível redução da hipocromia das hemácias e, portanto, algum efeito do arroz fortificado sobre o estado nutricional de ferro dessas crianças.

Em ambas as creches verificou-se aumento significativo na concentração de tiamina eritrocitária ao final do estudo ($p < 0,001$) (Tabela 2). Entretanto, no início do estudo, as concentrações de tiamina dos pré-escolares da creche controle eram significativamente menores que as dos pré-escolares da creche teste ($p = 0,012$). Assim, mesmo sem a utilização do arroz fortificado na alimentação escolar da creche controle, a melhoria do estado nutricional relativo a esse nutriente foi observada, devido à sua maior captação em nível intestinal.

Tabela 2. Variáveis bioquímicas de pré-escolares das creches teste e controle, antes e após intervenção.

Variáveis	Creche Teste				Creche Controle				
	Antes da intervenção	Após a intervenção	Diferença	p ^a	Antes da intervenção	Após a intervenção	Diferença	p ^a	p baseline ^b
Eritrócitos (milhões/mm ³)	4,90 ± 0,32 (4,92)	4,85 ± 0,36 (4,87)	- 0,04 ± 0,27 (-0,04)	0,305	4,86 ± 0,42 (4,95)	4,90 ± 0,34 (4,92)	0,04 ± 0,29 (0,00)	0,367	0,670
Hemoglobina (g/dL)	12,34 ± 0,80 (12,10)	12,54 ± 0,88 (12,30)	0,19 ± 0,64 (0,00)	0,111	12,40 ± 0,87 (12,30)	12,57 ± 0,95 (12,50)	0,18 ± 0,64 (0,10)	0,079	0,781
Hematócrito (%)	39,27 ± 2,27 (39,05)	39,14 ± 2,82 (38,60)	- 0,13 ± 2,16 (- 0,20)	0,696	38,87 ± 2,68 (38,40)	39,17 ± 2,62 (38,75)	0,29 ± 2,21 (0,25)	0,334	0,464
VCM (fL)	80,33 ± 4,29 (80,94)	80,66 ± 3,95 (81,54)	0,32 ± 1,24 (0,27)	0,097	80,20 ± 4,81 (80,56)	80,05 ± 4,71 (79,54)	- 0,16 ± 2,16 (0,30)	0,628	0,769
HCM (pg)	25,22 ± 1,53 (25,59)	25,74 ± 1,53 (26,08)	0,52 ± 0,63 (0,60)	<0,001	25,59 ± 1,95 (25,90)	25,61 ± 1,86 (25,53)	0,02 ± 1,02 (0,16)	0,223	0,314
CHCM (%)	31, 37 ± 0,56 (31,40)	31,87 ± 0,66 (31,85)	0,50 ± 0,73 (0,45)	<0,001	31,89 ± 0,78 (31,99)	31,97 ± 0,68 (32,20)	0,08 ± 0,77 (0,22)	0,079	0,866
Ácido fólico (ng/mL)	17,62 ± 3,08 (19,50)	19,72 ± 5,08 (21,00)	2,10 ± 5,99 (3,20)	0,003	17,38 ± 5,28 (17,35)	17,58 ± 4,23 (17,35)	0,20 ± 5,11 (0,00)	0,796	0,962
Tiamina (µg/L)	72,12 ± 25,85 (66,67)	194,76 ± 93,33 (145,84)	122,64 ± 98,62 (85,11)	<0,001	58,29 ± 16,51 (53,69)	101,19 ± 61,23 (95,19)	42,89 ± 33,50 (37,19)	<0,001	0,012
Ferritina (ng/mL)	32,80 ± 15,89 (30,65)	34,17 ± 16,10 (28,45)	1,82 ± 14,50 (2,75)	0,082	12,38 ± 0,84 (12,30)	36,45 ± 15,34 (34,50)	24,07 ± 15,53 (21,70)	<0,001	<0,001
Zinco sérico (µg/dL)	80,97 ± 11,88 (81,40)	110,21 ± 22,76 (108,80)	29,25 ± 23,31 (26,30)	<0,001	95,86 ± 21,90 (95,40)	92,13 ± 15,92 (92,10)	- 3,73 ± 27,76 (-7,20)	0,378	0,070
PCR (mg/dL)	0,26 ± 0,59 (0,01)	0,12 ± 0,32 (0,02)	- 0,15 ± 0,44 (0,00)	0,128	0,36 ± 1,06 (0,03)	0,34 ± 0,57 (0,10)	- 0,02 ± 1,15 (0,01)	0,226	0,516

Resultados obtidos por meio de análises bioquímicas, expressos em média ± desvio-padrão, mediana (mínimo e máximo) de variáveis de crianças de 2 a 6 anos após 4 meses de estudo. n = 99 crianças (49 na creche teste e 50 na creche controle). Valores em negrito: p<0,05.

^a Valores de p para comparação de medianas das variáveis de uma mesma creche, antes e após o período de intervenção. Teste de Wilcoxon (distribuição não paramétrica).

^b Valores de p para comparação de medianas das variáveis entre as duas creches no início do estudo. Teste de Mann-Whitney (distribuição não paramétrica).

Tais achados corroboram, em parte, com os resultados encontrados na avaliação dietética, uma vez que as crianças da creche teste, em ambas as faixas etárias estudadas, apresentaram maior ingestão de vitamina B₁, folato e ferro (Tabela 1). Em relação ao zinco, embora as crianças da creche teste tenham apresentado melhoria do estado nutricional em relação a esse micronutriente ao final do período de intervenção, o consumo desse mineral não se apresentou diferente entre as creches avaliadas.

A concentração de ferritina sérica foi maior ao final do estudo nas crianças da creche controle ($p < 0,001$). Embora se saiba que o teor de ferritina, como indicador do estado nutricional de ferro, apresenta limitações, uma vez que pode estar falsamente elevado na presença de infecção ou inflamação crônica (RIVERA et al., 2006). Porém, os resultados encontrados no presente estudo mostraram que os valores iniciais de PCR não apresentaram diferença entre as crianças de ambas as creches ($p = 0,516$).

Entretanto, a análise do consumo alimentar revelou alguns fatores que podem explicar os maiores estoques de ferro nos pré-escolares da creche controle, tais como a ingestão de cálcio, vitamina A e vitamina C. O consumo de cálcio pelos pré-escolares foi significativamente maior na creche teste, em ambas as faixas etárias estudadas ($p < 0,005$) (Tabela 1). Embora se saiba que o cálcio exerce ação negativa sobre a biodisponibilidade de ferro, este é um mecanismo ainda pouco esclarecido. É provável que exista alguma inibição competitiva entre o cálcio e o ferro no transporte final da mucosa intestinal para o plasma, o que acontece tanto para o ferro heme como para o ferro não heme (GLEERUP et al., 1995).

O consumo de vitamina A foi maior entre as crianças de 4-6 anos da creche teste ($p = 0,040$) (Tabela 1), o que pode ser outra possível explicação para os maiores estoques de ferro nas crianças da creche controle ao final do estudo. Alguns autores sugerem que a vitamina A apresenta efeito no metabolismo de ferro, entretanto, esse mecanismo não está completamente esclarecido. É possível que essa vitamina não interfira diretamente na absorção do ferro pelo trato intestinal, mas sim por meio da mobilização das reservas de ferro disponíveis e da utilização de ferro para a formação de hemoglobina (OSÓRIO, 2002), ou seja, as concentrações de ferritina podem estar reduzidas em crianças com maior consumo de vitamina A.

O consumo de vitamina C, o qual foi maior nos pré-escolares da creche controle ($p < 0,050$) (Tabela 1), em ambas as faixas etárias, também é um possível fator que poderia explicar as maiores concentrações de ferritina nos pré-escolares da creche controle. Quando essa vitamina está presente em quantidades adequadas, é notável o rápido efeito na porcentagem de absorção de ferro (LYNCH, 1997).

Ressalta-se, ainda, que as concentrações de ferritina sérica eram maiores antes da intervenção entre as crianças da creche teste ($p < 0,001$), o que também pode explicar a melhora mais evidente em relação a essa variável nas crianças da creche controle, cujos níveis de ferritina eram mais baixos.

Este é o primeiro estudo que avaliou a eficácia do UR[®] sobre as variáveis bioquímicas de crianças não anêmicas. Apesar de todas as crianças encontrarem-se dentro dos limites de normalidade para todas as variáveis analisadas, verificou-se melhoria no estado nutricional relativo aos micronutrientes contidos no arroz fortificado (especialmente zinco, tiamina e ácido fólico).

Outros trabalhos também avaliaram o efeito da utilização do UR[®] sobre o estado nutricional de ferro em diferentes grupos populacionais. Num estudo realizado no Brasil, com duração de 5 meses, foi administrado a um grupo de crianças com anemia leve e idades entre 6 e 24 meses ($n = 175$), num esquema duplo cego, aleatório, UR[®] e uma solução placebo (grupo teste: Ultra Rice). O outro grupo recebeu arroz não fortificado de tipo idêntico e um suplemento de ferro administrado via oral sob a forma de gotas. Procedeu-se à dosagem das concentrações de ferritina sérica e de hemoglobina na data do início do estudo e ao final dos 5 meses. Na fase inicial, a prevalência de carência de ferro e de anemia na amostra total foi de 73,1 % e 100 %, respectivamente. Ao final dos 5 meses, as concentrações de ferritina sérica e de hemoglobina aumentaram em ambos os grupos, embora a alteração no grupo teste tenha sido superior ($p < 0,01$) (BEINNER et al., 2009). Ressalta-se que as crianças do estudo em questão apresentavam anemia leve, diferentemente do presente trabalho, em que não foi encontrada diferença nas concentrações de hemoglobina ao final do período de intervenção, em virtude de os pré-escolares apresentarem estado nutricional de ferro normal no início do estudo.

Moretti et al. (2006) tiveram como objetivo determinar se um arroz fortificado com pirofosfato férrico micronizado, semelhante ao utilizado no presente estudo, seria capaz de reduzir a prevalência de anemia ferropriva em indivíduos de 6 a 13 anos de idade. Nesse estudo, os voluntários foram randomizados em dois grupos, sendo oferecida a um deles uma refeição contendo arroz com 20 mg de ferro sob a forma de pirofosfato férrico micronizado e ao outro grupo foi oferecida uma refeição contendo arroz não fortificado. Após 7 meses de intervenção, a prevalência de anemia ferropriva reduziu de 30 % para 15 % no grupo teste, mas permaneceu praticamente inalterada no grupo controle (28 % para 27 %).

Em outro estudo, mulheres receberam uma porção diária de arroz contendo 20 mg de ferro, durante 5 dias na semana, ao longo de 6 meses. Observou-se redução da prevalência de anemia ferropriva em 80 % e da deficiência de ferro em 29 % (HOTZ et al., 2008). No presente trabalho, não foi possível avaliar o impacto do UR[®] na redução da prevalência de anemia, uma vez que crianças anêmicas ou deficientes em ferro não participaram do estudo.

3.4. Avaliação nutricional

As médias de escore-z para os índices P/I, E/I, P/E e IMC/I para crianças menores de 5 anos e P/I, E/I e IMC/I para maiores de 5 anos, está apresentada na Tabela 3. As médias não diferiram entre as creches no início do estudo, demonstrando que os pré-escolares apresentavam características homogêneas em relação a esses índices. Após a intervenção, as medianas de escore-z para os índices P/I, P/E e IMC/I diferiram do início do estudo na creche teste ($p < 0,001$). Na creche controle, houve diferença entre as medianas de escore-z apenas para o índice P/I ($p = 0,001$), indicando que as crianças ganharam peso durante o período do estudo, uma vez que estão em fase de desenvolvimento, sendo este um resultado esperado.

Não foram encontradas diferenças nas médias de escore-z para o índice E/I em nenhuma das creches avaliadas ($p > 0,005$), uma vez que a estatura é um parâmetro que se modifica mais lentamente quando comparada ao peso. Ou seja, o período de intervenção de 4 meses não foi suficiente para observar diferenças significativas entre as creches. Segundo Franceschini et al. (2010), a avaliação do crescimento das crianças é muito importante como indicador de saúde, pois permite conhecer o estado de bem-estar geral da criança, e deve

ser acompanhado constantemente para prevenir e identificar quaisquer problemas e desvio no crescimento normal. Segundo os autores, a estatura expressa a dimensão longitudinal ou linear do corpo humano, se alterando de forma lenta e gradativa, e é um dos parâmetros mais utilizados na avaliação nutricional infantil.

O ganho de peso dessas crianças não pode ser atribuído apenas à inclusão do arroz fortificado à alimentação escolar, mas também à maior ingestão energética, conforme relatado anteriormente, observada nas crianças de 4 a 6 anos na creche teste (Tabela 1). O maior crescimento observado nas crianças da creche teste também pode ser outro fator que explica a não ocorrência de diferenças nos níveis de ferritina após a intervenção com o UR[®], uma vez que estoques de ferro são requeridos para o desenvolvimento infantil.

Tabela 3. Escore-z para peso/idade, peso/estatura, estatura/idade e IMC/idade de crianças das creches teste e controle antes e após a intervenção com o arroz fortificado.

Índices antropométricos	Média ± DP Med (Min – Max)		p ^a	Média ± DP Med (Min – Max)		p ^a	p baseline ^b
	Creche Teste			Creche Controle			
	Antes da intervenção	Após a intervenção		Antes da intervenção	Após a intervenção		
P/I	0,37 ± 1,31 0,18 (-2,08 – 5,23)	1,22 ± 2,16 0,72 (-1,93 – 5,59)	<0,001	0,10 ± 0,90 -0,03 (-1,33 – 2,28)	0,46 ± 0,95 0,30 (-1,65 – 2,77)	<0,001	0,361
P/E	0,40 ± 1,15 0,29 (-1,91 – 4,67)	1,28 ± 1,67 1,15 (-0,44 – 3,21)	<0,001	-0,05 ± 0,88 -0,24 (-2,22 – 1,28)	0,09 ± 1,06 0,04 (-1,64 – 2,34)	0,904	0,746
E/I	0,36 ± 0,99 0,40 (-1,14 – 2,54)	0,91 ± 1,82 0,85 (-1,18 – 2,96)	0,107	-0,07 ± 1,07 -0,11 (-2,85 – 1,90)	0,47 ± 0,98 0,41 (-1,32 – 2,04)	0,367	0,119
IMC/I	0,24 ± 1,34 -0,05 (-2,03 – 3,60)	1,03 ± 1,62 0,40 (-0,73 – 3,84)	<0,001	0,11 ± 0,86 -0,05 (-1,16 – 2,32)	0,28 ± 3,28 0,19 (-1,7 – 4,95)	0,382	0,811

Resultados obtidos por meio da avaliação antropométrica, expressos em média ± desvio-padrão, mediana (mínimo e máximo) de variáveis de crianças de 2 a 6 anos após 4 meses de estudo. n = 99 crianças (49 na creche teste e 50 na creche controle).

P/I: peso/idade; P/E: peso/estatura; E/I: estatura por idade; IMC/I: índice de massa corporal/idade.

^a Valores de p para comparação de médias das variáveis de uma mesma creche, antes e após o período de intervenção. Teste t-pareado

^b Valores de p para comparação de médias das variáveis entre as duas creches no início do estudo. Teste t

Med = Mediana, Min = Mínimo, Máx = Máximo. Valores em negrito: p < 0,05

O perfil nutricional das crianças é apresentado na Tabela 4. Após 4 meses de estudo, a prevalência de eutrofia nas crianças da creche controle passou de 92,0 % a 84,0 %, a prevalência de risco de sobrepeso passou de 0,0 % para 6,0 % e de sobrepeso, de 2,0 % para 4,0 %. As prevalências de baixa estatura e de obesidade permaneceram as mesmas do início do estudo. Na creche teste, após a introdução do arroz fortificado, a prevalência de eutrofia passou de 77,5 % a 67,3 %, a prevalência de risco de sobrepeso passou de 10,2 % para 16,3 % e as prevalências de sobrepeso e obesidade aumentaram para 8,2 %. Observa-se que, após a intervenção com o arroz fortificado, o percentual de baixo peso ou magreza na creche teste foi reduzido a 0 %. Entretanto, os percentuais de risco de sobrepeso, sobrepeso e obesidade aumentaram, o que pode ser explicado pela maior ingestão energética ($p = 0,026$) em crianças de 4 a 6 anos na creche teste (Tabela 1).

Em um estudo realizado por Zöllner e Fisberg (2006), no qual foi avaliado o estado nutricional de crianças abaixo de 6 anos assistidas em creches da Prefeitura do Município de São Paulo, encontrou-se prevalência de sobrepeso igual a 5,0 %, percentual semelhante ao encontrado neste trabalho.

Corso et al. (2001), em estudo realizado em Florianópolis, Santa Catarina, encontrou 6,8 % de obesidade em menores de seis anos, o que vai de encontro com os valores observados no presente estudo. Do mesmo modo, no estudo de Pinho et al. (2009), realizado no Município de Bezerras (PE), destacou-se a ocorrência de 6,1 % de obesidade e 6,8 % de baixa estatura, de acordo com os indicadores P/E e E/I, respectivamente, e quanto ao déficit de peso para idade (P/I), foi encontrada uma prevalência de 3,5 %. Tais dados permitem corroborar com a tendência de aumento de prevalência e excesso de peso nas crianças brasileiras.

Tabela 4. Perfil nutricional das crianças das creches teste e controle antes e após a intervenção com o arroz fortificado.

Classificação	Creche Teste				P*	Creche Controle				p*	p**
	Antes da intervenção		Após a intervenção			Antes da intervenção		Após a intervenção			
	n	%	n	%		n	%	n	%		
Eutrofia	38	77,5	33	67,3		46	92,0	42	84,0		
Magreza	2	4,1	0	0,0		0	0,0	0	0,0		
Baixa estatura	0	0,0	0	0,0		2	4,0	2	4,0		
Risco de sobrepeso	5	10,2	8	16,3	0,230	0	0,0	3	6,0	0,654	0,057
Sobrepeso	1	2,0	4	8,2		1	2,0	2	4,0		
Obesidade	3	6,1	4	8,2		1	2,0	1	2,0		
Total	49	100,0	49	100,0		50	100,0	50	100,0		

Resultados obtidos por meio da avaliação antropométrica de crianças de 2 a 6 anos após 4 meses de estudo. n = 99 crianças (49 na creche teste e 50 na creche controle).

* Valor de p para comparação entre as proporções da creche teste antes e após a intervenção (Teste de Mac Neamer).

** Valores de p para comparação das proporções entre duas creches antes da intervenção (Qui-quadrado de Pearson).

3.5. Avaliação da aceitação do UR[®] pelos pré-escolares

O IA foi alto (98 %), indicando excelente aceitação do UR[®] adicionado ao arroz polido.

Valores de IA maiores que 85 % indicam que a preparação ou alimento pode continuar sendo oferecido com sucesso (CECANE, 2010). Apesar de Kimmel et al. (1994) afirmar que a escala hedônica facial é a metodologia mais recomendada para se avaliar a aceitação de preparações, sendo própria para crianças não alfabetizadas, vale ressaltar que, para crianças dessa faixa etária, o IA pode constituir-se num melhor parâmetro para avaliação da aceitação de uma preparação, visto que crianças muito pequenas podem ter dificuldade em compreender pequenas diferenças de expressão facial na escala hedônica de cinco pontos.

Os relatos encontrados na literatura tratam apenas de estudos de aceitabilidade do arroz fortificado realizados com adultos, de modo que esse é o primeiro estudo que avaliou a aceitação por crianças do UR[®] misturado ao arroz polido. Como exemplo, Beininger et al. (2010), ao utilizarem uma escala hedônica de 7 pontos aplicada a 37 julgadores adultos não treinados, obtiveram escores médios de aceitação entre 5 e 6 para os atributos aparência, cor, odor e sabor, situando-se entre os termos hedônicos “gostei” e “gostei

muito”, indicando que o ferro e os demais micronutrientes utilizados no processo de fortificação desse arroz não causaram alterações às características sensoriais do produto final. Em estudo realizado na Índia, 24 mulheres avaliaram por meio de testes triangulares um arroz fortificado com pirofosfato férrico, contendo 3 e 5 mg ferro/100 g arroz e não conseguiram distinguir o arroz fortificado do convencional, tanto sob a forma crua quanto cozida (MORETTI et al., 2006).

5. CONCLUSÕES

O consumo de vitamina B₁, folato, cálcio e ferro foi superior na creche teste quando comparada à creche controle, que apresentou consumo de vitamina C significativamente maior, nas duas faixas etárias estudadas. A maior ingestão de vitamina B₁, ferro e folato pela creche teste pode ser atribuída ao consumo de arroz fortificado (UR[®]), já que esse produto é enriquecido com estes micronutrientes.

O UR[®] melhorou o estado nutricional dos pré-escolares em relação às concentrações de zinco, tiamina, ácido fólico, HCM e CHCM. Não foram detectadas diferenças entre o início e o final do período de intervenção quanto aos valores de hematócrito, hemoglobina e eritrócitos. As crianças da creche controle apresentaram, ao final do período de intervenção, maiores concentrações de ferritina sérica, devido provavelmente, ao seu maior consumo de vitamina C e pelo maior consumo de cálcio e vitamina A pelas crianças da creche teste, ocasionando redução dos estoques de ferro nas crianças que utilizaram o arroz fortificado.

O perfil antropométrico avaliado neste estudo revelou prevalência de excesso de peso superior à de baixo peso. Porém, de modo satisfatório, a maior parte das crianças assistidas nessas creches encontrou-se eutrófica, ou seja, com peso e estatura adequados para a idade.

Destaca-se que, de acordo com o índice P/I, os pré-escolares de ambas as creches apresentaram ganho de peso após o período de realização do presente estudo, mostrando um crescimento conforme esperado para sua faixa etária. Entretanto, foram detectadas diferenças significativas nas medianas de escore-z para os índices P/E e IMC/idade nas crianças da creche teste após o período de intervenção, devido, provavelmente, à maior ingestão energética.

A aceitação sensorial do UR[®], avaliada por meio do índice de aceitabilidade, foi excelente por parte das crianças participantes do estudo,.

O presente estudo forneceu informações úteis sobre o estado nutricional de pré-escolares atendidos em creches filantrópicas do município de Viçosa, MG, além de ter demonstrado a eficácia da utilização do arroz fortificado com ferro, zinco, tiamina e folato no estado nutricional dessas crianças.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEINNER, M.A.; SOARES, A.D.N.; BARROS, A.L.A.; MONTEIRO, MAM. Sensory evaluation of rice fortified with iron. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.2, p. 516-519, 2010

BEINNER, M.A.; VELASQUEZ-MELÉNDEZ, G.; PESSOA, M.C.; GREINER, T. Iron-fortified Rice is as efficacious as supplemental iron drops in infants and young children. **The Journal of Nutrition**, v.140, p.49-53, 2009

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Política Nacional de Alimentação e Nutrição**. Ministério da Saúde, 2008, 48 p.

CARVALHO, M.C.; BARACAT, E.C.E.; SGARBIEN, V.C. Anemia ferropriva e anemia de doença crônica: distúrbios do metabolismo de ferro. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v.13, n.2, p.54-63, 2006.

CENTRO COLABORADOR EM ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO ESCOLAR CECANE-UNIFESP. **Manual para aplicação dos testes de aceitabilidade no Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE**. 2010, 56 p.

CNS – Conselho Nacional de Saúde. **Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos**. Brasília, Conselho Nacional de Saúde, 1997, 20 p.

CORSO, A. S.T., BOTELHO, L. J., JENI, L. A. Z. R., MOREIRA, E. A. M. Sobrepeso em crianças menores de seis anos em Florianópolis, SC. **Revista de Nutrição**, v.14, p.21-32, 2001.

COSTA, E.Q.; RIBEIRO, V.M.B.; RIBEIRO, E.C.O. Programa de Alimentação Escolar: espaço para aprendizagem e produção de conhecimento. **Revista de Nutrição**, v.14, n.3, p.225-229, 2001.

DANTAS, B.C.; VEIGA, A.P. BARROSO, G.S.; JESUS, E.F.; SERPA, R.F.; MOREIRA, S. Associação entre concentrações séricas de minerais, índices antropométricos e ocorrência de diarreia entre crianças de baixa renda da região metropolitana do Rio de Janeiro. **Revista de Nutrição**, v. 20, p.159-169, 2007.

DEXTER, P. B. **Rice Fortification For Developing Countries**. August, 1998

FALBO, A.R.; ALVES, J.G.; BATISTA FILHO, M.; CABRAL FILHO, J.E. Implementation of World Health Organization guidelines for management of severe malnutrition in a hospital in Northeast Brazil. **Caderno de Saúde Pública**, v.22, p.561-570, 2006.

- FRANCESCHINI, S. C. C.; MAGALHÃES, T. C. A.; OLIVEIRA, S. C. C. Avaliação antropométrica de crianças. Viçosa, 2010. Disponível em: <<http://www.crn9.org.br/uploads/file/CONUT/Palestras/Curvas%20de%20crescimento/Avalia%C3%A7%C3%A3o%20nutricional.pdf>>. Acesso: 16 Jul 2012.
- GLEERUP A, ROSSANDER-HULTHÉN L, GRAMATKOVSKI E, HALBERG L. Iron absorption from the whole diet: comparison of the effect of two different distributions of daily calcium intake. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 61, p. 97-104, 1995.
- HOTZ, C.; PORCAYO, M.; ONOFRE, G.; GARCIA-GUERRA, A.; ELLIOT, T.; JANKOWSKI, S.; GREINER, T. Efficacy of iron-fortified Ultra Rice in improving the iron status of women in México. **Food and Nutrition Bulletin**, v.29, n.2, p.140-149, 2008.
- JELLIFFE, D.B. **The assessment of the nutritional status of the community**. Geneva, WHO, 1966.
- KIMMEL, S.A.; SIGMAN-GRANT, M; GUINARD, J. Sensory testing with young children. **Food Technology**, v.4, n.3, p.92-99, 1994.
- LYNCH, S.R. Interaction of iron with other nutrients. **Revista de Nutrição**, v.55, n.4, p.102-110, 1997.
- MANCINELLI, R.; CECCANTI, M.; GUIDUCCI, M.S.; SASSO, G.F.; SEBASTIANI, G.; ATTILIA, M.L.; ALLEN, J.P. Simultaneous liquid chromatography assessment of thiamine, thiamine monophosphate and thiamin diphosphate in human erythrocytes: a study on alcoholics. **Journal of Chromatography B.**, v.789, p.355-363, 2003.
- MARCOS, A.; NOVA, E.; MONTEIRO, A. Changes in the immune system are conditioned by nutrition. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.57, p.S66-S69, 2003.
- MARTINS, M.C.; OLIVEIRA, Y.P.; COITINHO, D.C.; SANTOS, L.M.P. Panorama das ações de controle da deficiência de vitamina A no Brasil. **Revista de Nutrição**, v.20, n.1, p.5-18, 2007.
- MORETTI, D.; ZIMMERMANN, M.B.; MUTHAYYA, S.; THANKACHAN, P.; LEE, T.C.; KURPAD, A.V.; HURRELL, R.F. Extruded rice fortified with micronized ground ferric pyrophosphate reduces iron deficiency in Indian schoolchildren: a double-blind randomized controlled trial. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 84, p. 822-829, 2006.
- NUTTI, M.; CARVALHO, J.L.V.; WATANABE, E. A biofortificação como ferramenta para combate a deficiências em micronutrientes. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/geo_med7.pdf>. Acesso: 01 Fev 2011.
- OLIVEIRA, V.A.; ASSIS, A.M.; PINHEIRO, S.M.; BARRETO, M.L. Determinants of weight and linear growth deficits in children under two years of age. **Revista de Saúde Pública**, v.40, p.874-882, 2006.
- OSÓRIO, M.M. Fatores determinantes da anemia em crianças. **Jornal de Pediatria**, v.78, n.4, p. 269-278.
- PINHO, C. P. S.; SILVA, J. E. M.; SILVA, A. C. G.; ARAÚJO, N. N. A.; FERNANDES, C. E.; PINTO, F. C. L. Avaliação antropométrica de crianças em creches do município de Bezerros, PE. **Revista Paulista Pediatria**, v.28, n.3, p.315-321, 2010.

RADHIKA, M.S.; NAIR, K.M.; KUMAR, R.H.; RAO, M.V.; RAVINDER, P.; REDDY, C.G.; BRAHMAN, G.N.V. Micronized ferric pyrophosphate supplied through extruded rice kernels improves body iron stores in children: a double-blind, randomized, placebo-controlled midday meal feeding trial in Indian schoolchildren. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.94, n.5, p.1202-1210, 2011.

RIVERA, F.S.R.; SIQUEIRA, E.M.A.; SOUZA, E.M.T. Prevalência de anemia em escolares de uma comunidade rural do Distrito Federal. **Comunidade, Ciência e Saúde**, v.17, n.3, p.193-198, 2006.

SENA, K.C.M.; PEDROSA LFC. Efeitos da suplementação com zinco sobre o crescimento, sistema imunológico e diabetes. **Revista de Nutrição**, v.18, n.2, p.251-259, 2005.

WEISSTAUB, G.; MEDINA, M.; PIZARRO, F.; ARAYA, M. Copper, iron and zinc status in children with moderate and severe acute malnutrition recovered following WHO protocols. **Biological Trace Element Research**, v.124, p.1-11, 2008.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO Child Growth Standards: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age**. Methods and development. WHO (non serial publication). Geneva, Switzerland: WHO, 2006.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION [homepage on the Internet]. **The WHO Child Growth Standards**. Geneva: WHO; 2007. Disponível em: <<http://www.who.int/childgrowth/standards/en/>>. Acesso: 20 Mai 2012.

ZANCUL, M.S. Fortificação de alimentos com ferro e vitamina A. **Medicina**, v.37, p.45-50, 2004.

ZÖLLNER, C. C.; FISBERG, R. M. Estado nutricional e sua relação com fatores biológicos, sociais e demográficos de crianças assistidas em creches da Prefeitura do Município de São Paulo. **Revista Brasileira de Saúde Materno-Infantil**, v.6, n.3, p.319-328, 2006.

Site consultado:

<<http://www.oxfordradcliffe.nhs.uk/research/projects/documents/medical-statistics-online-help.pdf>>. Acesso: 26 Mar 2012.

3.4. Artigo 4: Qualidade da dieta e consumo de nutrientes de pré-escolares: seria interessante a inclusão do arroz fortificado com micronutrientes na alimentação escolar?

RESUMO

A alimentação é um fator determinante do estado nutricional de crianças. No entanto, a deficiência de micronutrientes nesta faixa etária é comum. Neste contexto, o uso de alimentos fortificados, como o Ultra Rice[®] (UR[®]), pode ser uma estratégia na redução da carência de micronutrientes. O presente estudo teve como objetivo avaliar a necessidade de inclusão do UR[®] na alimentação de pré-escolares, considerando seu consumo alimentar e a qualidade da dieta. Trata-se de um estudo de intervenção, no qual participaram 99 pré-escolares (2 a 6 anos) de duas creches. Uma das creches recebeu UR[®] adicionado ao arroz polido como parte da alimentação escolar (creche teste) e a outra, apenas arroz polido (creche controle). Ao longo do período de intervenção, a alimentação das crianças foi avaliada por meio de pesagem direta dos alimentos, complementada com recordatório de 24 horas. A dieta foi avaliada pelo Índice de Qualidade da Dieta (IQD) utilizando-se a adaptação à realidade brasileira. Os percentuais de inadequação de tiamina, folato e ferro foram menores entre os pré-escolares da creche teste, indicando que o consumo do UR[®] pode ser utilizado como forma de reduzir a carência de micronutrientes entre os pré-escolares. Entretanto, o percentual de inadequação de sódio e fibra alimentar foi muito elevado em ambas as creches, o que, em longo prazo, pode contribuir para o surgimento de doenças crônicas não transmissíveis. A média da pontuação total do IQD foi baixa em ambas as creches, indicando que a alimentação dos pré-escolares necessita de mudanças. Os componentes frutas totais, frutas inteiras, cereais integrais, sódio e calorias provenientes de gorduras sólidas e açúcar de adição (Gord_AA) foram os que mais contribuíram para reduzir a pontuação do IQD. Os resultados encontrados demonstraram a eficácia da utilização do UR[®] na alimentação dos pré-escolares, uma vez que o mesmo reduziu a inadequação do consumo de tiamina, folato e ferro, tornando sua inclusão em programas de alimentação escolar uma estratégia interessante. Os dados obtidos por meio do IQD ressaltam a importância da utilização de práticas de educação nutricional com os pré-escolares e seus responsáveis, a fim de estimular o aumento da

ingestão de alimentos do grupo das frutas e hortaliças, e moderar o consumo de alimentos ricos em açúcares e sódio.

Palavras-chave: Ultra Rice[®]; vitaminas; minerais; creches.

ABSTRACT

The feeding is a determinant of the nutritional status of children. However, micronutrient deficiency is common in this age group. In this context, the use of fortified food such as Ultra Rice[®] (UR[®]) can be a strategy to reduce the deficiency of micronutrients. The present study aimed to evaluate the need for inclusion of UR[®] in preschool feeding, considering their food intake and diet quality. This is an intervention study, in which 99 preschoolers (2-6 years) from two preschool participated, one of which received UR[®] added to the polished rice as part of school meals (test preschool) and the other received only polished rice (control preschool). Throughout the intervention period, the feeding of children was assessed by direct weighing of food, complemented by 24-hour recalls. Diet was assessed by the Healthy Eating Index (HEI) using the adaptation to the Brazilian reality. The percentage of inadequacy of thiamine, folate and iron were lower among preschoolers from test preschool, indicating that consumption of UR[®] can be used as a way to reduce micronutrient deficiencies among preschoolers. However, the percentage of inadequate sodium and fiber was high in both preschool, which in the long run, may contribute to the emergence of chronic diseases. The HEI average total score was low in both preschools, indicating that the preschooler feeding needs changes. The components total fruits, whole fruits, whole grains, sodium and calories from solid fats and added sugar (SoFAAS) were the main contributors to reduce the HEI score. The results demonstrated the effectiveness of the use of UR[®] in the diet of preschoolers, since it reduced the inadequate intake of thiamine, folate and iron, making its inclusion in school feeding programs an interesting strategy. The data obtained through the HEI show the importance of using practices of nutritional education with preschool children and their parents in order to encourage increased food intake from the groups of fruits and vegetables, and moderate consumption of foods rich in sugar and sodium.

Keywords: Ultra Rice[®]; vitamins; minerals; preschools.

1. INTRODUÇÃO

A infância é uma fase de extrema importância para o crescimento e desenvolvimento de ossos, dentes, músculos e sangue e, em se tratando de uma fase de intensa formação, as necessidades nutricionais são aumentadas e uma alimentação adequada é essencial (CAGLIARI et al., 2009). Nessa fase, os alimentos preferencialmente consumidos são os ricos em gordura, açúcar e sal, ou seja, alimentos com alto valor energético e baixo valor nutricional, enquanto os de menor consumo são as frutas e hortaliças (SANTOS, 2010). Tal hábito alimentar pode ocasionar distúrbios como o sobrepeso e obesidade e predispor a doenças crônicas não transmissíveis, como hipertensão, diabetes, doenças cardíacas, osteoporose e câncer (FILHA et al., 2012).

A avaliação do consumo alimentar é um instrumento que permite correlacionar a alimentação da população com a presença de morbimortalidades, permitindo a detecção prévia de carências nutricionais em grupos vulneráveis, como por exemplo, as crianças (MENEZES et al., 2011).

Dentre essas carências, a deficiência de ferro, apesar de ser bastante prevalente no mundo e ter sua etiologia bem conhecida, é um problema que ainda persiste, tanto nos países desenvolvidos, como naqueles em desenvolvimento. Estima-se que um terço da população mundial apresenta anemia. Na América Latina, a anemia ferropriva tem se mostrado como um problema de saúde pública, afetando 46 % das crianças e 23 % das mulheres em idade fértil. No Brasil, pesquisas têm mostrado altas taxas de deficiência de ferro em grupos populacionais de diferentes idades (COUTINHO et al, 2008).

Alguns estudos demonstraram a situação da carência nutricional de ferro no município de Viçosa, MG, bem como a inadequação do consumo de alguns nutrientes. Miranda et al. (2003) avaliaram a prevalência de anemia em crianças com idade de 12 a 60 meses assistidas pelo serviço público de saúde e encontraram 43,5 % das crianças com anemia grave. Estudo feito por Cavalcante et al. (2006), no qual se avaliou o consumo alimentar e o estado nutricional de crianças entre 12 e 35 meses de idade atendidas na rede pública de saúde de Viçosa, encontraram prevalências de inadequação para as vitaminas C e A e os minerais ferro e zinco.

Na tentativa de combater os agravos nutricionais nas crianças brasileiras, o mais antigo programa social do governo federal na área de alimentação e nutrição, o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE),

vem buscando promover a segurança alimentar e nutricional por meio da formação de hábitos alimentares saudáveis, promoção do crescimento e desenvolvimento das crianças e melhoria do rendimento escolar (FNDE, 2013).

Como estratégia conjunta para prevenção de algumas doenças nutricionais, a tecnologia também apresenta papel importantíssimo, uma vez que desenvolve novos ingredientes e alimentos voltados para a saúde e bem estar da população (VELLOZO e FISBERG, 2010). A fortificação de alimentos tem sido utilizada e considerada eficiente para reduzir a deficiência de micronutrientes, devido ao fato de ser socialmente aceitável, não exigir nenhuma modificação nos hábitos alimentares e não alterar as características dos alimentos (CHAKRAVARTY, 2000). Uma ótima opção de alimento a ser utilizado como veículo de fortificação a ser incorporado na alimentação escolar é o arroz, uma vez que é um alimento consumido pela maioria da população brasileira (ZANCUL, 2004), incluindo as crianças.

A tecnologia Ultra Rice[®] (UR[®]) de fortificação consiste em transformar grãos de arroz quebrados em farinha de arroz, a qual é combinada com um aglutinante e a outros nutrientes fortificantes e remodelada em grãos de arroz com o mesmo tamanho, forma e textura do arroz polido. Os níveis dos agentes de fortificação podem ser concentrados nesses grãos, de forma a ser misturados com o arroz polido na proporção de 1:50 a 1:200 (LEE et al., 2000).

A implementação do UR[®] em políticas de alimentação tem como finalidade a difusão desse alimento principalmente em programas que atendam populações de risco para tais carências, neste caso, crianças em idade pré-escolar atendidas em creches e pré-escolas municipais.

Por meio da identificação dos fatores associados à qualidade da dieta de pré-escolares, podem-se conhecer aqueles que contribuem para a adequação da mesma e avaliar as medidas a serem tomadas para corrigir as inadequações. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar a necessidade de inclusão do UR[®] na alimentação de pré-escolares, considerando seu consumo alimentar e a qualidade de sua dieta.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Matéria-prima

Foram utilizados grãos de arroz extrusados (UR[®]), fabricados e cedidos por uma indústria de massas alimentícias após autorização pelo *Program for Appropriate Technology in Health (PATH)*. Os grãos de UR[®] continham ferro (sob a forma de pirofosfato férrico micronizado), zinco (sob a forma de óxido de zinco), tiamina (sob a forma de mononitrato de tiamina) e ácido fólico.

Para preparação nas creches participantes do estudo, os grãos de UR[®] foram misturados com arroz polido tipo 1, classe longo fino, numa proporção de 1:100 e servidos no almoço.

A dosagem de micronutrientes no UR[®] leva em consideração fatores como perdas no processamento, transporte, armazenamento e cocção, bem como a biodisponibilidade do composto utilizado para fortificação. Essas perdas são compensadas na formulação, de modo que os níveis-alvo sejam atingidos no arroz cozido. Assim, cada 1 g de UR[®] cozido deve fornecer dois terços (66,66 %) das recomendações diárias de ferro, zinco, tiamina e ácido fólico para crianças em idade pré-escolar. Assim, por exemplo, uma porção de 50 g dessa preparação, contém 0,5 g de UR[®] e atende a um terço (33,33 %) das *Recommended Dietary Allowances (RDA)* desses micronutrientes para esse grupo populacional. Para isso, 0,5 g de UR[®] cru deve conter 4,2 mg de ferro, 2,1 mg de zinco, 0,36 mg de tiamina (vitamina B₁) e 72 µg de ácido fólico.

2.2. Avaliação do consumo de nutrientes dos pré-escolares

2.2.1. Amostra

O estudo foi realizado em duas creches filantrópicas do município de Viçosa, MG. Cento e quarenta e três crianças de 2 a 6 anos, de ambos os sexos, foram consideradas elegíveis para participar do estudo. Um total de 131 crianças foi selecionado, das quais 19 não apresentaram permissão dos pais para participar e 13 não compareceram à creche nos dias da avaliação dietética. Assim, participaram do estudo 99 crianças.

O tamanho amostral foi calculado utilizando-se a seguinte fórmula:

$$n = 2 \times [z_{(1-\alpha)/2} + z_{(1-\beta)}]^2 \div \Delta^2$$

Onde:

n = tamanho da amostra

$Z_{(1 - \alpha/2)}$: nível de significância (nesse caso, 1,96, valor utilizado para um nível de significância de 5 %).

$Z_{(1 - \beta)}$: poder estatístico (nesse caso, 0,8416, valor utilizado para se obter um poder estatístico de 80 %)

Δ = diferença média esperada entre o grupo intervenção e o grupo controle (nesse caso, 8,2 ng/mL) ÷ desvio padrão da ferritina (desfecho principal esperado) no grupo teste, no período de *baseline* (nesse caso, 15,3 ng/mL) (RADHIKA et al., 2011).

(<http://www.oxfordradcliffe.nhs.uk/research/projects/documents/medical-statistics-online-help.pdf>).

Utilizando-se a fórmula acima, obteve-se um total de 55 crianças por grupo (teste e controle), num total de 110 crianças no total. Entretanto, devido às perdas amostrais, o tamanho final da amostra foi de 99 crianças, sendo 49 na creche teste e 50 na creche controle.

2.2.2. Desenho experimental

Trata-se de um estudo de intervenção, de modo que as crianças de uma das creches selecionadas receberam arroz polido e as crianças da outra creche receberam UR[®] misturado ao arroz polido, numa proporção de 1:100. O estudo teve duração de quatro meses. Ao longo do período de intervenção, as crianças foram submetidas à avaliação dietética.

2.2.3. Avaliação dietética

O consumo alimentar das crianças foi medido por meio da aplicação do método da pesagem direta de alimentos e do registro alimentar, complementado com um recordatório 24 h. Para padronização na coleta de dados foi realizado treinamento dos entrevistadores, com utilização de formulário padrão para aplicação do método.

A determinação do peso dos alimentos servidos nas creches (3 amostras) foi realizada para obter a média da quantidade de alimentos oferecidos pela creche (Anexo 4). As repetições e os restos de cada criança foram anotados na Planilha de Registro dos Dados Individuais – Número de Repetições e Peso do Resto (Anexo 5).

Para determinação do peso dos alimentos foi utilizada balança digital com capacidade para 5 kg e precisão de 1 g, devidamente calibrada. Os alimentos quando sólidos foram pesados sobre um prato previamente pesado e, quando de consistência líquida (sopas, sucos), foram utilizados copos plásticos previamente pesados. Todas as preparações servidas às crianças tiveram seu modo de preparo anotado e ingredientes pesados, dados que foram anotados na Planilha de Descrição dos Alimentos/Preparações e Receitas (Anexo 6).

A avaliação do consumo alimentar pelo método da pesagem direta foi restrita às refeições oferecidas pela escola. Para obtenção dos dados de ingestão alimentar no domicílio, foi realizada a aplicação de um registro alimentar que foi complementado com um recordatório 24 h com o responsável pela criança no dia seguinte à pesagem direta.

Para controle da variabilidade intrapessoal do consumo alimentar das crianças, foi realizada uma segunda avaliação do consumo, realizando nova pesagem com 25 % das crianças avaliadas, sorteadas aleatoriamente. Esta foi realizada com intervalo de pelo menos um dia entre as coletas, repetindo o procedimento de coleta do primeiro inquérito.

As análises e cálculos das dietas foram feitos com auxílio do *software* Avanutri, versão 2.0. Calculou-se energia, carboidratos, proteínas, lipídios, gorduras saturadas, fibra alimentar, cálcio, ferro, zinco, sódio, vitaminas A, B₁, B₂, B₁₂, C e folato. A adequação dos nutrientes foi avaliada por meio das *Dietary Reference Intakes* (DRI's), caracterizando-se a ingestão acima ou abaixo da *Estimated Average Requirement* (EAR), *Adequate Intake* (AI) ou *Tolerable Upper Intake Level* (UL), a ingestão energética de acordo com a *Estimated Energy Requirements* (EER) e a distribuição de macronutrientes pela *Acceptable Macronutrients Distribution Range* (AMDR) (IOM, 1998, 2000, 2001, 2002, 2010), para crianças de 1 a 3 anos e de 4 a 8 anos (Tabela 1). A ingestão de energia foi considerada adequada quando seu consumo foi semelhante ao EER da criança, com uma faixa de segurança de 5 % para mais ou para menos. Já a ingestão de carboidratos, proteínas e lipídios foi classificada como adequada quando o valor consumido se encontrava no intervalo estipulado pela AMDR (Tabela 1).

Para fins de aplicação prática na análise da alimentação escolar, comparou-se a média de ingestão com os valores de RDA, que constitui-se em parâmetro para meta de ingestão individual.

Para cálculo da EER, os fatores de atividade física utilizados foram os de atividade leve (1,13 para meninos e 1,16 para meninas). No caso de crianças que praticavam alguma atividade física adicionalmente às atividades habituais, foi considerado o fator de atividade física ativo (1,26 para meninos e 1,31 para meninas).

Tabela 1. Recomendações nutricionais adotadas para avaliação dietética das crianças.

Recomendação	Nutrientes	1-3 anos	4-8 anos
AMDR*	Carboidratos (g)	45-65	45-65
	Lipídios (g)	30-40	25-35
	Proteínas (g)	5-20	10-30
SBC**	Gordura saturada (% VET)	<7%	<7%
EAR^a/AI^b*	Cálcio (mg) ^a	700	1000
	Ferro (mg) ^a	7	10
	Zinco (mg/d) ^a	2,5	4,0
	Sódio (mg) ^b	1000	1200
	Vitamina A (µg/dia) ^a	300	400
	Vitamina B ₁ (mg/d) ^a	0,4	0,5
	Vitamina B ₂ (mg/d) ^a	0,4	0,5
	Vitamina B ₁₂ (µg/d) ^a	0,7	1,0
	Folato (µg/d) ^a	120	160
	Vitamina C (mg) ^a	15	25
Fibra alimentar (g) ^b	19	25	

*Instituto de Medicina (IOM, 1998, 2000, 2001, 2002, 2010). AMDR: *Acceptable Macronutrient Distribution Ranges*; **SBC: Sociedade Brasileira de Cardiologia (2005).

a: Valores de *Estimated Average Requirements (EAR)*; b: Valores de *Adequate Intake (AI)*.

VET: Valor Energético Total

2.2.4. Determinação do Índice de Qualidade da Dieta (IQD)

O IQD foi avaliado pelo *Healthy Eating Index – HEI 2005* (GUENTHER et al., 2007), adaptado para a população brasileira utilizando como referência o Guia Alimentar para a População Brasileira (2006) e a proposta de Previdelli et al. (2010) (Quadro 1). Os componentes do IQD avaliam adequação (grupos de

alimentos e óleos) e moderação (ingestão de nutrientes), com ajuste para densidade energética (por 1000 kcal).

Como a recomendação do Guia Alimentar Brasileiro é para uma dieta de 2000 kcal, dividiu-se o número de porções recomendados por 2 para realizar este ajuste. Para os componentes Gord_AA (calorias provenientes de gorduras sólidas, álcool e açúcar), seguiu-se os pontos de corte sugeridos por Previdelli et al. (2010) na revisão do HEI, 2005 para a população brasileira (Quadro 1).

Os dados foram analisados a partir dos resultados obtidos com a pesagem direta de alimentos complementada com o recordatório de 24 horas, transformando a quantidade consumida de cada alimento em número de porções, ajustado por 1000 kcal. Para os nutrientes, utilizou-se diretamente os resultados da análise dietética, ajustando-se sódio por densidade energética e calculando-se o percentual em relação ao valor energético total para gordura saturada e Gord_AA (2007).

Ressalta-se que para o cálculo do IQD consideraram-se os ingredientes de cada preparação relatada, computando-os em seu respectivo grupo de alimentos. Para alimentos industrializados de composição mista (como biscoitos recheados e *waffer*), realizou-se padronização da proporção dos seus componentes seguindo os ingredientes descritos nos rótulos, considerados em seus respectivos grupos.

Cada componente foi pontuado de forma que se atribuiu valores máximos (5, 10 ou 20 pontos) para atendimento da recomendação de ingestão e mínimo (0 ponto) para ausência de consumo dos grupos de alimentos e inadequação dos nutrientes/calorias, com pontuação intermediária (8 pontos) para os componentes sódio e gordura saturada. Quando o consumo se situava entre o mínimo e o recomendado, realizou-se cálculo da pontuação correspondente conforme sugerido por Guenther et al. (2007) (Tabela 2).

A pontuação total do IQD varia de 0 a 100 e, quanto mais próximo de 100, melhor a qualidade da dieta (GUENTHER et al., 2007).

Quadro 1. Adaptação da metodologia de avaliação do Índice de Qualidade da Dieta para a população brasileira.

Componente	Característica	Proposta HEI, 2005*	Recomendação Guia Alimentar Brasileiro** (em 2000 Kcal)	Recomendação Guia Alimentar Brasileiro*** (em 1000 Kcal)
1. Frutas totais	Inclui frutas inteiras e sucos de frutas	Recomendação de porções de frutas/1000kcal	3 porções	1,5 porção
2. Frutas inteiras	Exclui sucos de frutas	Metade da recomendação de frutas/1000kcal	1,5 porção	0,75 porção
3. Vegetais totais	Inclui todas as hortaliças. As leguminosas passam a contar nesse grupo apenas se a recomendação do grupo de carnes for atingida.	Recomendação de porções de vegetais/1000kcal	3 porções	1,5 porção
4. Vegetais verde escuros e alaranjados e leguminosas	Inclui apenas hortaliças verde escuras e alaranjadas. As leguminosas passam a contar nesse grupo apenas se a recomendação do grupo de carnes for atingida.	Soma diária das recomendações do <i>MyPyramid</i> para os subgrupos de verdes escuros e alaranjados/1000kcal. Aproximadamente 1/3 das porções recomendadas para vegetais totais/1000kcal	1,5 porção	0,75 porção
5. Cereais totais	Inclui todos os alimentos do grupo dos cereais.	Recomendação de porções de cereais/1000kcal	6 porções	3 porções
6. Cereais integrais	Inclui apenas cereais integrais e alimentos derivados.	Metade da recomendação de cereais/1000kcal	3 porções	1,5 porção
7. Leite e derivados	Inclui leite e derivados e produtos à base de soja.	Recomendação de porções de leite e derivados/1000kcal	4 porções	2 porções
8. Carnes, ovos e leguminosas	Inclui carnes, ovos e leguminosas.	Recomendação de porções de carnes/1000kcal	2 porções	1 porção
9. Óleos	Inclui óleo vegetal não-hidrogenado, óleo de peixe, nozes e sementes.	Recomendação de porções de óleos/1000kcal	1 porção	0,5 porção
10. Gordura saturada	Corresponde ao percentual de calorias totais provenientes de gordura saturada.	Limite mínimo (7 %), intermediário (10 %) e máximo (15 %), segundo recomendações nacionais	Limite mínimo (7 %), intermediário (10 %) e máximo (15 %)	-

Quadro 1. Continuação

Componente	Característica	Proposta HEI 2005*	Recomendação Guia Alimentar Brasileiro** (em 2000 Kcal)	Recomendação Guia Alimentar Brasileiro** (em 1000 Kcal)
11. Sódio	Corresponde à ingestão do mineral sódio em miligramas.	Estimativa considerando a recomendação de sódio e o consumo mediano de energia	Limite mínimo (700mg/1000kcal), Intermediário (1100mg/1000kcal) e máximo (2000mg/1000kcal)	-
12. Gord_AA	Corresponde às calorias provenientes de gorduras sólidas (saturadas e trans presentes no leite e derivados, carnes, manteiga, banha de porco, chocolate); de açúcar (utilizado nas preparações e de adição) e de bebidas alcoólicas.	Limite mínimo corresponde ao percentil 86 (50 %) e limite máximo ao percentil 10 (20 %)	-	Limite mínimo corresponde ao percentil 86 (10%) e limite máximo ao percentil 16 (35 %) da população paulista

FONTE: *GUENTHER et al. (2007); **BRASIL (2006); ***PREVIDELLI et al. (2010). Destacados em cinza os componentes do IQD, a proposta americana e a adaptação utilizada no presente estudo. As recomendações indicadas são diárias.

Tabela 2. Adaptação da distribuição da pontuação dos componentes do Índice de Qualidade da Dieta.

Componentes	Pontuação Mínima (0)	Pontuação Intermediária (8)	Pontuação Máxima (5*, 10** ou 20***)
Frutas totais ¹	0	←————→	1,5 porção/1000 kcal*
Frutas inteiras ¹	0	←————→	0,75 porção/1000 kcal*
Vegetais totais ¹	0	←————→	1,5 porção/1000 kcal*
Vegetais verde escuros e alaranjados e leguminosas ¹	0	←————→	0,5 porção/1000 kcal*
Cereais totais ¹	0	←————→	3 porções/1000 kcal*
Cereais integrais ¹	0	←————→	1,5 porção/1000 kcal*
Leite e derivados ¹	0	←————→	1,5 porção/1000 kcal**
Carnes, ovos e leguminosas ¹	0	←————→	1 porção/1000 kcal**
Óleos ¹	0	←————→	0,5 porção/1000 kcal**
Gordura saturada ¹	≥ 15 % do VET	←————→ 10% do VET	←————→ 7 % do VET**
Sódio ¹	≥ 2 g/1000 kcal	←————→ 1,1 g/1000 kcal	←————→ ≤ 0,7 g/1000 kcal**
Gord_AA ²	≥ 35 % do VET	←————→	←————→ ≤ 10 % do VET***

¹Adaptado de Guenther et al. (2007). ²Adaptado de Previdelli et al. (2010). VET = Valor Energético Total.

2.3. Análises estatísticas

O banco de dados foi elaborado com auxílio do software Excel (Microsoft Excel, 2000).

Os testes estatísticos foram realizados por meio do programa SigmaPlot - Scientific Data Analysis and Graphing Software, versão 11.0.

Foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov para avaliar a normalidade dos dados. Para avaliar possíveis diferenças entre as medianas ou médias das variáveis estudadas nas duas creches foi utilizado o teste de Mann-Whitney ou o teste t, utilizando-se um nível de significância de 5 % ($p < 0,05$)

2.4. Aspectos Éticos

Os responsáveis pelas crianças foram informados do estudo e do sigilo das informações, e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, autorizando a participação da criança (Anexo 2).

Os esclarecimentos foram feitos em linguagem acessível e a liberdade do consentimento em participar da pesquisa foi garantida a todos os indivíduos, conforme preconizado pelas Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisa envolvendo Seres Humanos do Conselho Nacional de Saúde (CNS, 1997).

Ao final do estudo, os pais receberam orientações nutricionais a respeito da alimentação de seus filhos, sob a forma de palestras, com a utilização de cartazes e folders.

Foram planejados novos cardápios para as creches participantes do estudo, com o objetivo de se atingir maior diversificação na alimentação das crianças. Tal planejamento considerou a realidade das creches quanto à disponibilidade de alimentos.

O estudo recebeu aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (UFV) (Of. Ref. Nº 061/2011) (Anexo 3).

3. RESULTADOS

3.1. Caracterização da amostra

Das 99 crianças participantes do estudo, 53,5 % ($n=53$) eram do sexo feminino. Quanto à faixa etária, 47,5 % ($n=47$) dos participantes tinham de 2 a 3 anos e 52,5 % ($n=52$) tinham entre 4 e 6 anos, ou seja, todas as crianças apresentaram-se em idade pré-escolar, sendo que a mediana de idade foi de 4 anos na creche teste e de 3 anos na creche controle.

3.2. Consumo e prevalência de inadequação de nutrientes

Na Tabela 3 é apresentada a comparação do consumo de energia, proteínas, carboidratos, lipídios, gorduras saturadas, fibra alimentar, vitaminas A, B₁, B₂, B₁₂, C e folato e dos minerais cálcio, ferro, zinco e sódio de crianças de 2 a 3 anos das creches avaliadas. Não foram observadas diferenças significativas entre as médias e medianas dos macronutrientes e de energia nesta faixa etária.

Tabela 3. Comparação do consumo, em domicílio e na creche, de energia, macro e micronutrientes, gordura saturada e fibra alimentar entre pré-escolares da faixa etária de 2 a 3 anos de duas creches filantrópicas do município de Viçosa, MG.

Variáveis	Creche Teste	Creche Controle	p
	Média ± DP Med (Min – Max)	Média ± DP Med (Min-Max)	
Energia (Kcal)**	1240,99 ± 341,34 1163,19 (859,75 – 2524,25)	1174,68 ± 288,64 1202,54 (674,74 – 1647,80)	0,474
Proteínas (g)**	44,37 ± 10,62 41,80 (26,63 – 75,36)	39,86 ± 12,85 40,46 (16,31 – 66,48)	0,266
Carboidratos (g)**	173,70 ± 46,63 160,64 (121,28 – 331,67)	176,97 ± 44,40 177,14 (99,23 – 263,46)	0,712
Lipídios (g)*	39,60 ± 15,38 37,91 (19,63 – 99,57)	34,15 ± 10,52 32,58 (19,06 – 54,92)	0,144
Gorduras Saturadas (g)*	5,89 ± 3,55 5,10 (1,58 – 15,50)	5,05 ± 2,62 4,35 (1,70 – 10,80)	0,646
Fibra alimentar (g)*	7,89 ± 2,80 7,90 (4,80 – 13,80)	8,79 ± 2,41 8,75 (4,80 – 14,70)	0,117
Vitamina A (RE)*	276,82 ± 621,66 206,12 (40,21 – 1300,38)	304,93 ± 125,47 271,72 (94,55 – 561,74)	0,090
Vitamina B ₁ (mg)**	1,28 ± 0,33 1,28 (0,69 – 2,14)	0,96 ± 0,32 0,91 (0,31 – 1,75)	0,003
Vitamina B ₂ (mg)**	1,49 ± 0,40 1,48 (0,53 – 2,32)	1,09 ± 0,46 1,04 (0,28 – 2,00)	0,004
Vitamina B ₁₂ (µg)**	2,75 ± 0,97 2,87 (0,63 – 5,20)	2,39 ± 1,10 2,21 (0,89 – 5,20)	0,244
Vitamina C (mg)*	48,64 ± 66,36 24,09 (11,08 – 322,76)	64,79 ± 50,63 50,81 (21,54 – 221,74)	0,006
Folato (µg)*	99,68 ± 31,05 92,46 (57,68 – 171,58)	51,78 ± 22,99 43,87 (21,54 – 96,57)	<0,001
Cálcio (mg)**	827,62 ± 255,93 802,89 (494,62 – 1392,31)	520,35 ± 250,55 518,78 (123,50 – 993,42)	<0,001
Ferro (mg)**	8,94 ± 1,65 9,11 (5,52 – 11,81)	7,55 ± 2,18 7,53 (3,61 – 12,20)	0,021
Zinco (mg)*	5,31 ± 1,39 5,02 (3,23 – 8,30)	6,98 ± 5,93 5,67 (3,27 – 33,70)	0,207
Sódio (mg)*	1934,95 ± 313,51 1951,70 (1320,60 – 2596,60)	2551,54 ± 709,51 2539,55 (1432,00 – 3934,30)	0,001

Resultados obtidos por meio da pesagem direta de alimentos, complementada com um recordatório de 24 h, expressos em média ± desvio-padrão; mediana (mínimo e máximo) de variáveis de crianças de 2 a 3 anos após 4 meses de estudo.

*Teste Mann-Whitney Rank Sum (distribuição não paramétrica). ** Teste-t (distribuição paramétrica). Med = Mediana, Min = Mínimo, Máx = Máximo. Valores em negrito: p < 0,05

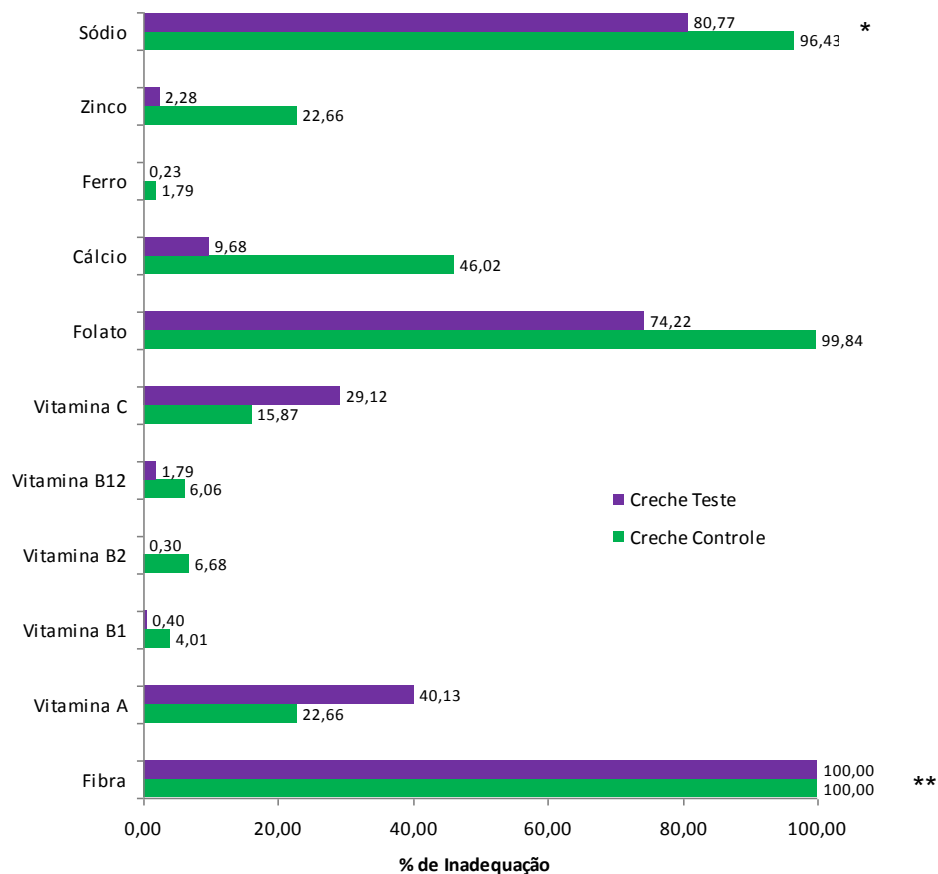
Observa-se que na creche teste houve um consumo significativamente maior das vitaminas B₁, B₂ e folato, e dos minerais cálcio e ferro, quando comparada à creche controle, que apresentou consumo de vitamina C e sódio significativamente maior. A ingestão dos demais nutrientes (fibra alimentar, vitaminas A e B₁₂ e zinco) não diferiu estatisticamente entre as creches avaliadas na faixa etária de 2 e 3 anos.

Na Figura 1 é apresentado o percentual de inadequação em relação à EAR para sódio, zinco, ferro, cálcio, vitaminas C, B₁₂, B₂, B₁, A, e folato, bem como o percentual de crianças cujo consumo de fibra alimentar foi inferior à AI, em pré-escolares de 2 a 3 anos das duas creches avaliadas.

Observa-se na Figura 1 que o percentual de inadequação de zinco na creche teste (2,28 %) foi muito menor que na creche controle (22,66 %), mesmo que o consumo desse mineral não tenha variado significativamente entre as creches (Tabela 3). Tal diferença pode ser explicada devido ao fato de que na creche controle o desvio padrão da média de consumo de zinco foi maior (DP = 5,93 mg) quando comparado ao da creche teste (DP = 1,39 mg), o que explicaria o maior valor do percentual de inadequação, uma vez que o cálculo deste é dado pela fórmula: $(EAR - Média) / Desvio Padrão$. Este alto valor de desvio padrão da creche controle pode ser explicado pela alimentação consumida em casa, mais diversificada do que aquela oferecida durante o período de permanência na creche.

Os percentuais de inadequação de ferro e tiamina foram baixos em ambas as creches, mas na creche teste esses valores se aproximaram de zero.

Além dos micronutrientes presentes no UR[®], vale ressaltar os resultados encontrados em relação à inadequação de fibra alimentar e sódio. Tanto na creche teste como na creche controle, 100 % das crianças apresentaram consumo de fibra alimentar abaixo da AI, ou seja, não atingiram sua meta de ingestão.



* Valores superiores a UL

**Valores inferiores a AI

Figura 1. Risco de inadequação de micronutrientes em relação à *Estimated Average Requirement* (EAR) e *Adequate Intake* (AI) e consumo de sódio acima do *Upper Level* (UL) em crianças de 2 a 3 anos de duas creches filantrópicas do município de Viçosa, MG.

Observou-se que, em crianças da faixa etária de 2 a 3 anos, o percentual de inadequação de sódio foi muito alto em ambas as creches, apresentando-se com maior percentual de inadequação na creche controle. Na creche teste, 80,77 % dos pré-escolares consumiram valores superiores à UL para este mineral e na creche controle este percentual chegou a 96,43 %.

A Tabela 4 apresenta a comparação do consumo de energia, macronutrientes e alguns micronutrientes de pré-escolares de 4 a 6 anos nas duas creches avaliadas.

Observa-se que a ingestão de energia e de proteínas por pré-escolares de 4 a 6 anos foi significativamente maior na creche teste que na controle. As medianas de ingestão dos demais macronutrientes (carboidratos, lipídios e

gorduras saturadas) não diferiram entre as duas creches, nesta faixa etária (Tabela 4).

Tabela 4. Comparação do consumo, em domicílio e na creche, de energia, macro e micronutrientes, gordura saturada e fibra alimentar de pré-escolares da faixa etária de 4 a 6 anos de duas creches filantrópicas do município de Viçosa – MG

Variáveis	Creche Teste	Creche Controle	P
	Média ± DP Med (Min - Max)	Média ± DP Med (Min-Max)	
Energia (Kcal)*	1439,23 ± 407,65 1305,75 (968,53 – 2616,42)	1393,47 ± 323,95 1332,44 (997,12 – 2152,87)	0,026
Proteínas (g)*	53,54 ± 18,88 45,33 (31,37 – 99,46)	42,06 ± 11,44 40,41 (24,28 – 65,39)	0,041
Carboidratos (g)*	217,31 ± 76,33 200,38 (55,98 – 418,45)	220,98 ± 52,91 212,52 (150,65 – 331,74)	0,328
Lipídios (g)*	37,12 ± 15,29 32,32 (17,20 – 93,58)	37,93 ± 12,84 36,88 (22,57 – 71,19)	0,824
Gorduras Saturadas (g)*	6,18 ± 3,19 5,30 (1,10 – 15,35)	5,54 ± 2,74 4,95 (1,20 – 12,20)	0,464
Fibra alimentar (g)**	12,40 ± 4,21 11,40 (4,40 – 22,40)	12,20 ± 2,30 12,50 (7,20 – 18,10)	0,938
Vitamina A (RE)*	435,41 ± 893,06 248,04 (38,74 – 4994,90)	392,43 ± 207,05 367,61 (117,70 – 947,14)	0,040
Vitamina B ₁ (mg)*	2,70 ± 1,60 2,18 (0,98 – 7,53)	1,19 ± 0,49 1,04 (0,75 – 2,71)	<0,001
Vitamina B ₂ (mg)*	1,42 ± 0,69 1,36 (0,44 – 3,51)	1,13 ± 0,51 1,02 (0,44 – 2,50)	0,052
Vitamina B ₁₂ (µg)*	4,33 ± 9,75 2,25 (1,14 – 54,67)	2,18 ± 1,61 1,94 (0,28 – 8,28)	0,063
Vitamina C (mg)*	36,34 ± 28,23 29,66 (6,66 – 128,62)	99,66 ± 94,73 74,79 (16,86 – 456,33)	<0,001
Folato (µg)*	218,19 ± 170,54 160,79 (53,16 – 790,18)	54,34 ± 24,61 44,91 (24,22 – 125,75)	<0,001
Cálcio (mg)*	668,73 ± 220,91 601,91 (321,96 – 1306,57)	495,70 ± 195,45 443,50 (190,08 – 908,68)	0,004
Ferro (mg)*	10,34 ± 4,04 11,90 (5,92 – 13,52)	8,78 ± 2,19 9,05 (4,60 – 12,50)	<0,001
Zinco (mg)*	10,83 ± 14,53 7,11 (3,13 – 83,60)	9,22 ± 12,39 5,86 (3,97 – 65,30)	0,063
Sódio (mg)*	1750,76 ± 695,22 1581,35 (797,60 – 3986,50)	2948,56 ± 1083,02 2636,05 (1647,20 – 5682,10)	<0,001

Resultados obtidos por meio da pesagem direta de alimentos complementada com um recordatório de 24 h, expressos em média ± desvio-padrão; mediana (mínimo e máximo) de variáveis de crianças de 4-6 anos após 4 meses de estudo. n = 99 crianças.

*Teste Mann-Whitney Rank Sum. ** Teste-t. Med = Mediana, Min = Mínimo, Máx = Máximo. Valores em negrito: p < 0,05

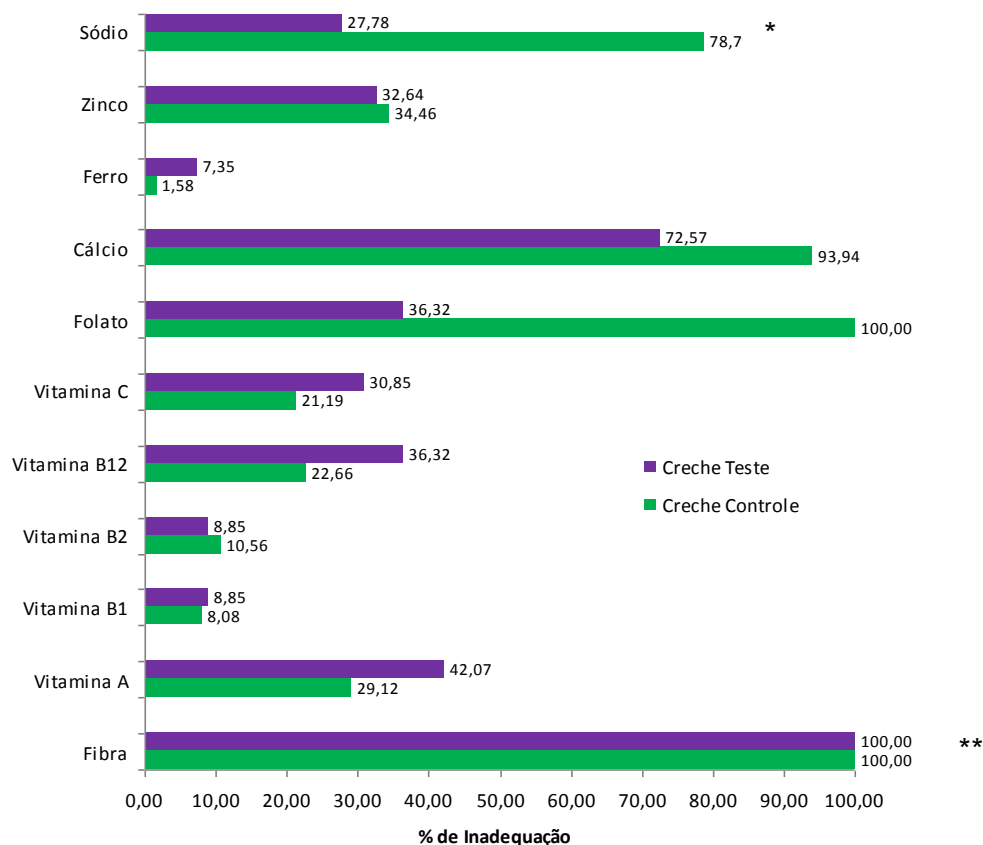
Entre os pré-escolares de 4 a 6 anos da creche teste houve um consumo significativamente maior das vitaminas A, B₁ e folato e dos minerais cálcio e ferro, quando comparada à creche controle, que apresentou consumo de vitamina C e sódio significativamente maior que na creche teste. A ingestão

dos demais micronutrientes (fibra alimentar, vitaminas A, B₂ e B₁₂ e do mineral zinco) não diferiu nas creches avaliadas na faixa etária de 4 a 6 anos.

Na Figura 2 é demonstrado o percentual de inadequação em relação à EAR de sódio, zinco, ferro, cálcio, vitaminas C, B₁₂, B₂, B₁, A e folato, bem como o percentual de crianças cujo consumo de fibra alimentar foi inferior à AI, em pré-escolares de 4 a 6 anos das creches avaliadas.

Observa-se que os percentuais de inadequação entre os pré-escolares de 4 a 6 anos quanto ao consumo de sódio e folato na creche controle foram bem superiores aos da creche teste. A creche teste apresentou um percentual de inadequação de 27,78 % para o sódio, enquanto que na creche controle este percentual chegou a 78,79 %. Para folato, o percentual de inadequação atingiu 100 % na creche controle, enquanto que na creche teste esse valor foi de 36,32 %.

Destaca-se também que 100 % das crianças apresentaram consumo de fibra alimentar abaixo da AI, nas duas faixas etárias estudadas.



* Valores superiores a UL

**Valores inferiores a AI

Figura 2. Risco de inadequação de micronutrientes em relação à *Estimated Average Requirement* (EAR) e *Adequate Intake* (AI) e consumo de sódio acima do *Upper Level* (UL) em crianças de 4 a 6 anos de duas creches filantrópicas do município de Viçosa, MG.

3.3. Comparação da ingestão de ferro, zinco, tiamina e ácido fólico com a meta de ingestão individual

Em média, o consumo de ferro das crianças de 2 a 3 anos da creche teste ($8,94 \pm 1,65$ mg) encontrou-se acima da RDA para esse mineral (7 mg/dia) (IOM, 2001). O mesmo foi encontrado para zinco (média de consumo de $5,31 \pm 1,39$ mg) e tiamina (média de consumo de $1,28 \pm 0,33$ mg), uma vez que seus valores de RDA são de 3 mg/dia e 0,5 mg/dia, respectivamente (IOM, 1998; IOM, 2001). Entretanto, a média de ingestão de ácido fólico ($99,68 \pm 31,05$ µg) encontrou-se 33,5 % abaixo da RDA (150 µg/dia) (IOM, 1998). As crianças da creche controle também consumiram ferro, zinco e tiamina acima dos valores de RDA, entretanto o consumo de folato (média de ingestão de

51,78 ± 22,99 µg) se distanciou em 65,5 % da meta de ingestão, valor superior ao encontrado na creche teste (Tabela 3).

Para as crianças da faixa etária de 4-6 anos da creche teste, o consumo médio de ferro (10,34 ± 4,04 mg) encontrou-se acima da RDA para esse mineral (10 mg/dia) (IOM, 2001). Para zinco e tiamina, observou-se resultado semelhante. A RDA para esses micronutrientes é de 5 mg/dia (IOM, 2001) e 0,6 mg/dia, respectivamente (IOM, 1998) e sua ingestão média foi de 10,83 ± 14,53 mg e 2,70 ± 1,60 mg, respectivamente. Entretanto, diferentemente do encontrado para crianças de 2-3 anos, na faixa etária de 4-6 anos, a média de ingestão de ácido fólico (218,19 ± 170,54 µg) encontrou-se acima da RDA (200 µg/dia) (IOM, 1998). As crianças da creche controle, por sua vez, apresentaram consumo médio de ferro e ácido fólico 12,2 % e 72,8 % abaixo da RDA, respectivamente. O consumo médio de zinco (9,22 ± 12,39 mg) e tiamina (1,19 ± 0,49 mg) das crianças da creche controle para essa faixa etária encontrou-se acima da RDA (Tabela 4).

3.4. Classificação do consumo de energia e macronutrientes pelos pré-escolares

Na Figura 3 é apresentada a classificação do consumo de energia, carboidratos, proteínas e lipídios por pré-escolares de 2 a 3 anos e de 4 a 6 anos das duas creches avaliadas. O consumo de energia e dos macronutrientes foi classificado como: adequado, acima e abaixo das necessidades.

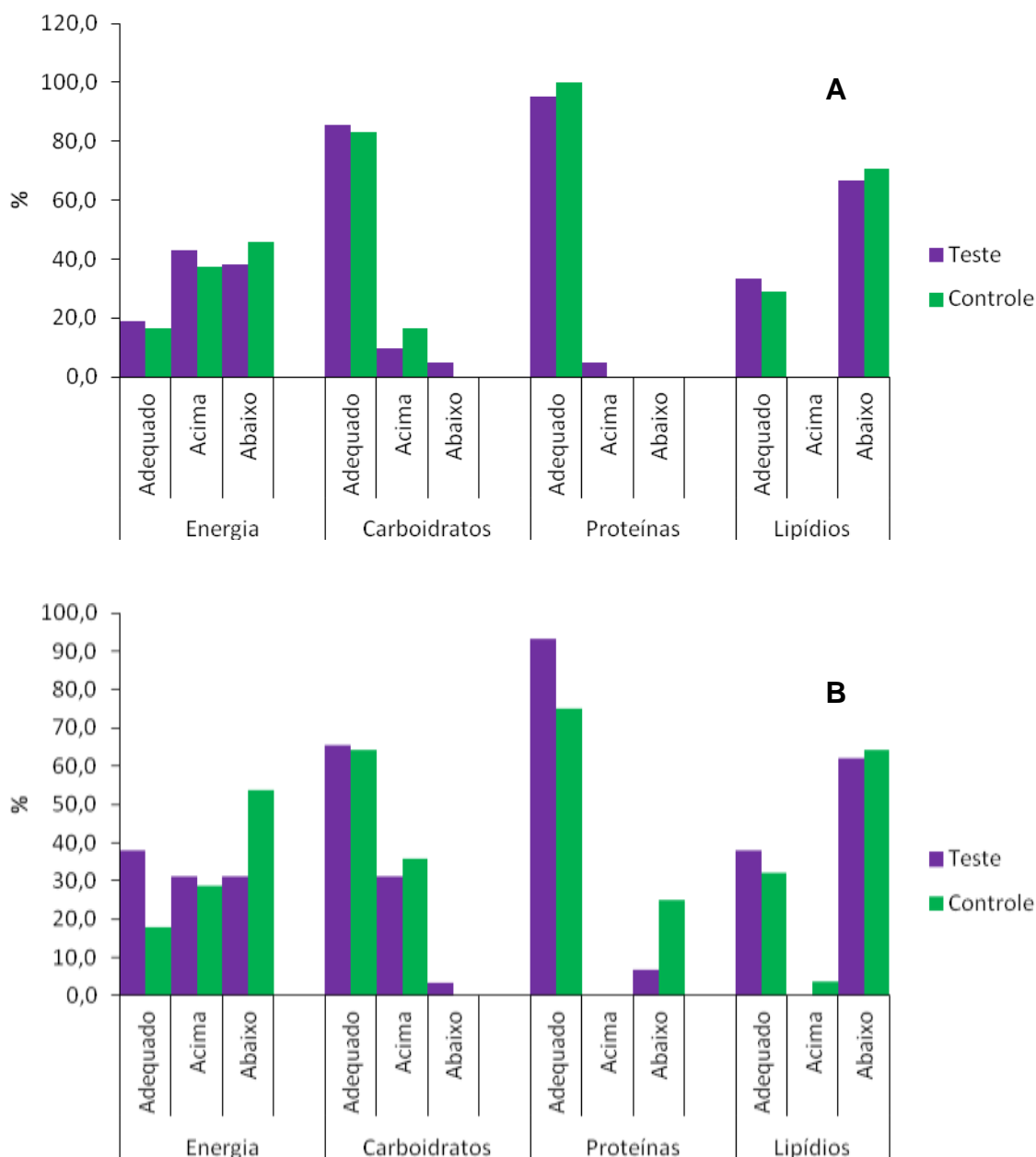


Figura 3. Classificação do consumo de energia e macronutrientes em crianças de 2 a 3 anos (A) e de 4 a 6 anos (B) de duas creches filantrópicas do município de Viçosa, MG.

Destaca-se que, quanto ao consumo de energia, apenas 19,05 % dos pré-escolares de 2 a 3 anos da creche teste e 16,67 % da creche controle foram classificados como adequados. O restante dos pré-escolares dessa faixa etária apresentou consumo superior ou inferior às necessidades de energia. Quanto à ingestão de carboidratos, 85,71 % dos pré-escolares da creche teste e 83,33 % dos pré-escolares da creche controle consumiram adequadamente

este macronutriente. Entretanto, 9,52 % dos pré-escolares da creche teste e 16,67 % dos pré-escolares da creche controle consumiram quantidades superiores ao recomendado. A grande maioria dos pré-escolares da creche teste (95,24 %) e a totalidade dos pré-escolares da creche controle consumiram quantidades adequadas de proteína. Destaca-se a baixa ingestão de lipídios pelos pré-escolares: 66,67 % das crianças da creche teste e 70,83 % das crianças da creche controle não consumiram a quantidade mínima deste macronutriente recomendada pela AMDR.

Em relação às crianças de 4 a 6 anos, observa-se que cerca de 70 % dos pré-escolares de ambas as creches não consumiram a quantidade mínima recomendada de lipídios. Quanto à energia, cerca de 40 % dos pré-escolares da creche teste e 20% da creche controle foram classificados como adequados. Entre os inadequados da creche teste, 30 % consumiram acima de suas necessidades e 30 % abaixo. Já na creche controle, o percentual de inadequação chegou a 80 %, sendo que 50 % dos pré-escolares consumiram abaixo e 30 % ingeriram uma quantidade superior de sua necessidade energética. O excesso de energia em ambas as creches se deve, provavelmente, ao consumo de carboidratos, uma vez que nenhuma criança consumiu quantidade superior à recomendação de proteínas e apenas cerca de 5 % das crianças da creche controle consumiram lipídios excessivamente.

3.5. Avaliação da qualidade da dieta dos pré-escolares

A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos em relação à pontuação total e aos componentes do IQD nas duas creches avaliadas. A média de pontuação total do IQD foi de $57,2 \pm 12,6$ na creche teste e $57,3 \pm 10,7$ na creche controle e não diferiu entre as creches ($p = 0,936$).

A pontuação dos componentes leite e derivados e sódio foi maior para os pré-escolares da creche teste, enquanto que para os da creche controle, encontrou-se maior pontuação para frutas totais, vegetais verdes escuros e alaranjados e óleos. Observou-se que cereais integrais, frutas inteiras e frutas totais foram os componentes que se destacaram com escore zero, em ambas as creches. O sódio se destacou com escore zero na creche controle, contrastando com carnes, ovos e leguminosas e leite e derivados com escore

máximo, em ambas as creches e com vegetais verde escuros e alaranjados e óleos na creche controle (Tabela 5).

A pontuação dos componentes frutas totais e frutas inteiras nas duas creches foi muito baixa, não atingindo a metade da recomendação. A pontuação dos componentes vegetais totais foi de $2,8 \pm 1,9$ e de vegetais verde-escuros e alaranjados e leguminosas foi de $2,3 \pm 1,8$ na creche teste, mostrando que a pontuação destes componentes também foi baixa. Já a creche controle obteve pontuação um pouco superior nestes componentes, sendo que vegetais totais recebeu $3,5 \pm 1,5$ pontos e vegetais verde escuros e alaranjados $3,5 \pm 1,7$ pontos.

Apesar de os pré-escolares da creche controle terem apresentado maior pontuação para o componente frutas totais ($p = 0,011$), verificou-se que entre estes, 45,1 % não consumiam alimentos deste grupo (Tabela 5).

Pré-escolares da creche teste apresentaram maior pontuação para leite e derivados ($p = 0,006$). Ressalta-se, porém, que apenas 68,8 % dos indivíduos atingiram escore máximo para esse componente (Tabela 5).

A pontuação atribuída ao componente cereais totais não diferiu entre as creches estudadas ($p = 0,055$) e a média observada foi próxima à máxima (5 pontos), sendo esta atingida por 20,8 % na creche teste e 14,6 % na creche controle. Destes, a totalidade era proveniente de cereais refinados, uma vez que 100 % tiveram escore zero para cereais integrais nas duas creches.

Para o grupo dos óleos, o escore máximo foi atingido em 70,6 % dos pré-escolares da creche controle e por 33 % dos pré-escolares da creche teste (Tabela 5).

Em relação aos componentes referentes à ingestão, verificou-se que 16,7 % dos pré-escolares da creche teste tiveram escore zero para gordura saturada, ou seja, estes apresentaram consumo além do recomendado, enquanto que nos da creche controle, 11,8 % dos indivíduos apresentaram escore máximo para esse componente.

Quanto ao sódio, 2,1 % apresentaram pontuação máxima na creche teste, enquanto a creche controle se destacou com alto percentual de escore zero (45,1 %).

Para Gord_AA, o percentual de escore máximo foi de 4,2 % na creche teste e 2 % na creche controle (Tabela 5).

Tabela 5. Comparação da pontuação total e dos componentes do Índice de Qualidade da Dieta em crianças de 2 a 6 anos de duas creches filantrópicas do município de Viçosa, Minas Gerais.

Variáveis	Creche Teste			Creche Controle			P
	Média ± DP Med (Min-Max)	% Escore Zero	% Escore Máximo	Média ± DP Med (Min-Max)	% Escore Zero	% Escore Máximo	
Frutas totais*	0,9 ± 1,6 0,0 (0,0 – 5,0)	66,7	6,3	1,9 ± 2,0 1,8 (0 – 5,0)	45,1	13,7	0,011
Frutas inteiras*	0,8 ± 1,7 0,0 (0,0 – 5,0)	77,1	10,4	1,3 ± 1,9 0,0 (0,0 – 5,0)	62,7	9,8	0,155
Vegetais totais*	2,8 ± 1,9 2,8 (0,1 – 5,0)	-	25,0	3,5 ± 1,5 3,9 (0,0- 5,0)	2,0	33,3	0,055
Vegetais verde escuros e alaranjados e leguminosas *	2,3 ± 1,8 2,0 (0,0 – 5,0)	12,5	22,9	3,5 ± 1,7 4,4 (0,0 – 5,0)	2,0	49,0	<0,001
Cereais totais*	4,0 ± 0,9 4,1 (2,2 – 5,0)	-	20,8	3,8 ± 0,9 3,9 (2,0 – 5,0)	-	14,6	0,235
Cereais integrais*	0,0 ± 0,0 0,0 (0,0 – 0,0)	100	-	0,0 ± 0,0 0,0 (0,0 – 0,0)	100	-	1,000
Leite e derivados*	9,1 ± 1,7 10,0 (3,7 – 10,0)	-	68,8	7,8 ± 2,8 9,3(1,9 – 10,0)	-	43,1	0,006
Carnes, ovos e leguminosas*	9,1 ± 1,8 10,0 (1,3 – 10,0)	-	68,8	9,5 ± 1,1 10,0 (5,0 – 10,0)	-	68,6	0,795
Óleos*	6,2 ± 3,4 6,2 (0,2 – 10,0)	-	33,3	9,3 ± 1,3 10,0 (5,0 – 10,0)	-	70,6	<0,001
Gordura Saturada*	6,4 ± 3,8 7,6 (0,0 – 10,0)	16,7	25,0	7,1 ± 3,8 9,1 (0,0 – 10,0)	11,8	35,3	0,255
Sódio*	5,3 ± 3,2 5,3 (0,0 – 10,0)	6,3	2,1	1,3 ± 1,8 0,3 (0,0 – 6,3)	45,1	-	<0,001
Gord_AA**	10,2 ± 5,1 10,3 (0,0 – 20,0)	4,2	4,2	8,4 ± 5,2 8,2 (0,0 – 20,0)	11,8	2,0	0,087
Pontuação total*	57,2 ± 12,6 59,6 (34,0 – 77,2)	-	-	57,3 ± 10,7 59,5 (34,6 – 75,0)	-	-	0,936

*Teste Mann-Whitney Rank Sum (distribuição não paramétrica). **Teste t (distribuição paramétrica). Med = Mediana, Min = Mínimo, Máx = Máximo. Valores em negrito: p<0,05.

4. DISCUSSÃO

A maior ingestão de tiamina, ferro e folato pelas crianças da creche teste, em ambas as faixas etárias estudadas, pode ser atribuída ao consumo de arroz fortificado (UR[®]), já que este produto é enriquecido com os micronutrientes mencionados acima. Apesar de o UR[®] também ser fortificado com zinco, não houve diferença significativa quanto à média de sua ingestão entre as creches teste e controle, devido ao maior consumo de alimentos fontes de zinco pelas crianças da creche controle.

Os percentuais de inadequação na creche teste para ferro, folato, zinco e vitamina B₁, nas duas faixas etárias estudadas, foram menores do que os encontrados para a creche controle, indicando que a presença do UR[®] como parte da alimentação escolar atuou na redução da inadequação de ingestão destes micronutrientes na creche teste.

Verificou-se que, mesmo que o consumo de UR[®] na creche teste tenha contribuído para a redução do percentual de inadequação de folato, muitos pré-escolares de ambas as creches consomem esta vitamina em quantidades menores do que suas recomendações para a faixa etária. Portanto, é necessário que se aumente o consumo de alimentos fontes desta vitamina, tais como vísceras, feijão, hortaliças de folhas verde-escuras e frutas como abacate, laranja e maçã (SANTOS e PEREIRA, 2007). Sugere-se, ainda, aumentar a proporção de UR[®] a ser misturado aos grãos de arroz polido (por exemplo, 1:50), visando reduzir a prevalência de inadequação de ácido fólico sem, contudo, aumentar a concentração dos demais micronutrientes para valores acima da UL.

Outro aspecto que deve ser levado em consideração quanto à alta inadequação de folato refere-se ao fato de que o programa utilizado para cálculo das dietas possui em seu banco de dados uma tabela de composição química de alimentos que não apresenta o conteúdo dessa vitamina. Por não fornecer essa informação, assume-se que o conteúdo de folato presente nos alimentos é zero, subestimando a ingestão real desse micronutriente.

Embora pré-escolares não sejam consideradas grupos de risco para a deficiência de ácido fólico e tiamina, vale ressaltar a importância desses micronutrientes no metabolismo do ferro e, conseqüentemente, na redução da prevalência de anemia ferropriva. O ácido fólico é um nutriente essencial para a manutenção e a função eritropoiética normal, sendo fundamental em diversas

reações metabólicas do meio celular e vital para o funcionamento e crescimento normais do organismo (IYER e TOMAR, 2009). A tiamina, por sua vez, participa como cofator enzimático no metabolismo energético, especialmente de carboidratos e aminoácidos de cadeia ramificada, contribuindo sobremaneira para o crescimento e desenvolvimento infantis (VIEIRA et al., 2008).

A deficiência de zinco, por sua vez, é considerada um problema nutricional mundial, que afeta tanto os países desenvolvidos quanto os em desenvolvimento. Embora existam na literatura poucos trabalhos que estudaram a prevalência dessa deficiência em populações no Brasil e no mundo, sugere-se que ela seja tão frequente quanto a de ferro. As deficiências podem coexistir, até mesmo pela semelhança de fontes alimentares e dos fatores que impedem a absorção desses minerais (SILVA et al., 2006). Além do auxílio na prevenção da deficiência de zinco, a presença desse mineral no arroz fortificado pode também ser justificada por sua importante participação no metabolismo do ferro, atuando na regulação da função de transportadores de metais divalentes em nível intestinal, aumentando, assim, sua absorção (SILVA et al., 2006).

Além dos micronutrientes presentes no UR[®], os resultados encontrados em relação à ingestão de fibra alimentar também merecem atenção especial. Tanto na creche teste como na creche controle, 100 % das crianças apresentaram consumo de fibra alimentar abaixo da AI, ou seja, não atingiram sua meta de ingestão. A recomendação do consumo de fibra alimentar para crianças considerou a premissa de que, assim como para os adultos, um consumo adequado deve proporcionar funcionamento normal do intestino, prevenir câncer relacionado à dieta e diminuir a concentração sérica de colesterol para redução do risco de doença cardiovascular e prevenção da obesidade (MELLO e LAAKSONEN, 2009). No presente estudo, o consumo médio de fibra alimentar para crianças de 2 a 3 anos, por exemplo, foi de $7,89 \pm 2,80$ g na creche teste e $8,79 \pm 2,41$ g na creche controle, quantidade bem inferior às recomendações (19 g/dia).

Observou-se ainda que, em crianças de ambas as faixas etárias, o percentual de inadequação de sódio foi muito alto nas duas creches, apresentando-se com maior percentual de inadequação na creche controle. O consumo crônico de sódio em altas doses pode trazer complicações como

aumento da pressão arterial e mortalidade por doenças cardiovasculares, mesmo na população infantil (COSTA e MACHADO, 2010).

De maneira geral, observou-se maior consumo e menor prevalência de inadequação de ferro, tiamina e ácido fólico por crianças da creche teste, que consumiram o UR[®], independentemente da faixa etária estudada. Uma vez que o UR[®] apresenta, aproximadamente, um custo apenas 5 % superior ao arroz tradicional (PATH, 2013), sua inclusão na alimentação escolar pode ser uma estratégia interessante, levando-se em consideração os benefícios que proporciona, como o aumento da ingestão diária de micronutrientes essenciais a um custo reduzido.

Quanto ao consumo de energia, apenas 19,05 % dos pré-escolares da creche teste e 16,67 % da creche controle foram classificados como adequados. O restante dos pré-escolares apresentou consumo superior ou inferior às necessidades de energia, o que, em longo prazo, pode levar ao sobrepeso ou à desnutrição, respectivamente.

A grande maioria dos pré-escolares da creche teste e a totalidade dos pré-escolares da creche controle consumiram quantidades adequadas de proteína, nutriente essencial ao crescimento e desenvolvimento infantil (PELUZIO e BATISTA, 2008). Destaca-se a baixa ingestão de lipídios pelos pré-escolares, uma vez que cerca de 70 % das crianças de ambas as faixas etárias estudadas não consumiram a quantidade mínima deste macronutriente recomendada pela AMDR. Sabe-se que a escassez de lipídios na alimentação leva à carência de ácidos graxos essenciais, que por sua vez conduz a alterações imunológicas, neurológicas e, em crianças, pode acarretar déficits no crescimento e transtornos comportamentais (TINOCO et al., 2007).

Em relação à qualidade da dieta, observou-se que, de forma geral, a alimentação dos pré-escolares de ambas as creches foi considerada inadequada e pouco variada, o que foi demonstrado pela baixa pontuação do IQD. Este resultado foi semelhante ao encontrado por Hiza et al. (2013), em estudo realizado com crianças norte-americanas de 2 a 5 anos, onde a média na pontuação do IQD foi de 56. Manios et al. (2009), num estudo na Grécia com 2287 pré-escolares, encontraram média da pontuação do IQD de 58,2 para crianças de 2 a 3 anos e de 59,9 para crianças de 4 a 5 anos. Os resultados demonstram que outros países, além do Brasil, necessitam mudar a qualidade da alimentação oferecida aos pré-escolares.

Nota-se que, independente do critério adotado na avaliação do IQD, as pontuações médias obtidas geralmente são baixas e sugerem necessidade de melhoria na alimentação. Por se tratar de um método que avalia combinação de diferentes alimentos, nutrientes e constituintes da dieta em relação às recomendações dietéticas (PREVIDELLI et al., 2010), é interessante entender a contribuição de cada componente na qualidade da dieta.

O consumo reduzido de frutas e hortaliças nas duas creches, bem como o registro da falta de consumo de cereais integrais, são fatores que podem ter contribuído para o baixo consumo de fibra alimentar pelas crianças. Além disso, o baixo consumo de alimentos desses grupos pode favorecer a menor ingestão de micronutrientes, de modo que a inclusão do arroz fortificado na alimentação escolar seria, mais uma vez, uma estratégia interessante para o controle das deficiências de vitaminas e minerais. Entretanto, como o IQD não permite avaliar a concentração de micronutrientes que está sendo ingerida, não foram encontradas diferenças entre as creches, visto que o arroz fortificado foi incluído no componente cereais totais, igualando-se aos demais cereais não fortificados que compõem a dieta.

Observou-se, ainda, que o componente carnes, ovos e leguminosas foi bem pontuado nas duas creches, pois, mesmo quando o consumo de carnes era baixo, por se tratar de pré-escolares de baixa renda, o consumo de feijão, que é um hábito na população brasileira, contribuiu para elevar a pontuação deste componente. Quanto ao consumo de leguminosas, vale ressaltar que não estão inseridas apenas no grupo de carnes, mas quando excedentes, também são incluídas nos componentes vegetais totais e vegetais verdes escuros e alaranjados. Como a pontuação destes componentes já foi baixa na creche teste e na creche controle, ressalta-se que o consumo efetivo destes alimentos pode ser ainda menor. Destaca-se que o consumo de leguminosas pode ter favorecido na pontuação de três dos doze componentes do IQD, o que leva a refletir sobre a necessidade de adaptação deste componente no HEI-2005 para a população brasileira, já que o consumo diário de feijão é parte integrante da cultura brasileira (BRASIL, 2006). Como é hábito da população brasileira consumir feijão diariamente, quando o consumo de carnes, ovos e leguminosas ultrapassa a pontuação máxima, o consumo de feijão aumenta a pontuação de outros componentes do IQD (vegetais totais e verde escuros e

alaranjados), por isso o consumo calculado pode estar superestimando o consumo real destes alimentos.

A baixa pontuação observada para cereais integrais confirma a pequena participação destes alimentos na dieta de crianças e adolescentes brasileiros (IBGE, 2011), seja devido ao seu custo mais elevado ou por baixa aceitação sensorial.

Para o grupo dos óleos, o escore máximo foi atingido em aproximadamente 70 % dos pré-escolares da creche controle e por 33 % dos pré-escolares da creche teste. Esse componente inclui gorduras monoinsaturadas, óleo das oleaginosas e gorduras de peixe (HEI, 2005). Como na proposta do IQD não há ponderação inversa para os que ultrapassam a recomendação, nem sempre atingir pontuação máxima neste componente será benéfico, pois são alimentos calóricos e necessitam de moderação no consumo (PHILIPPI et al., 1999).

Quanto ao sódio, 2,1 % dos pré-escolares apresentaram pontuação máxima na creche teste, enquanto a creche controle se destacou com alto percentual de escore zero (45,1 %). Mesmo observando uma diferença significativa neste item entre as creches, vale ressaltar que ambas foram mal pontuadas, indicando que os pré-escolares ingerem sódio acima da recomendação, o que já havia sido comprovado pela análise do consumo alimentar (alto consumo de salgadinhos, pipoca e refrigerantes) e pela prevalência de inadequação em relação a esse nutriente.

O componente Gord_AA, que pontua as calorias provenientes de gorduras sólidas e açúcar de adição, recebeu pontuação baixa nas duas creches avaliadas, indicando que o consumo destes alimentos é frequente entre os pré-escolares. A pontuação média do componente gordura saturada não diferiu significativamente entre as creches. Isso demonstra que os açúcares simples contribuíram muito para a baixa pontuação do componente Gord_AA, uma vez que a pontuação do componente gordura saturada não foi muito baixa. O consumo excessivo de açúcares simples aliado ao aumento do sedentarismo vem sendo associado à obesidade, diabetes e câncer (OLIVEIRA e FISBERG, 2003; BRIÃO et al., 2010). De acordo com o Guia Alimentar para a População Brasileira do Ministério da Saúde (2006), o consumo de açúcares simples não deve ultrapassar 10 % da energia total diária, o que equivaleria a uma porção de açúcar simples por dia (28 g).

5. CONCLUSÕES

A creche teste apresentou ingestão de tiamina, folato e ferro superior à creche controle, indicando que o UR[®] pode ser uma boa estratégia para a fortificação de alimentos, a fim de reduzir a prevalência de inadequação de micronutrientes, essenciais para o crescimento e desenvolvimento dos pré-escolares. Uma vez que esse produto apresenta baixo custo e fornece aproximadamente um terço da quantidade diária recomendada de ferro, zinco, tiamina e ácido fólico em cada porção típica de arroz, sua inclusão em programas oficiais de merenda escolar constitui-se em importante estratégia no controle das deficiências de micronutrientes em nível populacional.

De forma geral, a dieta dos pré-escolares avaliados apresentou pontuações totais baixas para o IQD. Os componentes que mais contribuíram para este resultado foram cereais integrais e frutas, indicando necessidade de inclusão destes alimentos na dieta, bem como do aumento das quantidades consumidas.

A ingestão de carnes, ovos, leguminosas, leite e derivados foi adequada em ambas as creches. Entretanto, o consumo de alimentos do grupo das frutas e hortaliças foi baixo, enquanto o consumo de alimentos ricos em açúcares e sódio foi elevado.

A inclusão do UR[®] na dieta dos pré-escolares promoveu melhora na ingestão de micronutrientes, mas a qualidade e a distribuição dos alimentos dentro dos grupos alimentares deve ser aprimorada.

Os resultados encontrados ressaltam a importância de práticas de educação nutricional com os pré-escolares e seus responsáveis, a fim de promover uma alimentação saudável, essencial para o crescimento e desenvolvimento das crianças.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Coordenação-Geral da Política de Alimentação e Nutrição. **Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável.** Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Coordenação-Geral da Política de Alimentação e Nutrição. Brasília: Ministério da Saúde. 2006; 210p.

BRIÃO, M. S.; GEIGER, J.M.; SILVA, D. O.; BORGES, L. R. Avaliação do consumo de açúcar dos frequentadores e colaboradores da Unidade de Alimentação e Nutrição de uma Instituição Filantrópica de Pelotas/RS. In: XIX

Congresso de Iniciação Científica e da II Mostra Científica, **2010, Pelotas. Resumos... Pelotas, 2010.**

CAGLIARI, M. P. P.; PAIVA, A. A.; QUEIROZ, D.; ARAUJO, E. S. Food consumption, anthropometry and morbidity in preschool children from public day care centers of Campina Grande, Paraíba. **Nutrire**, v. 34, n. 1, p. 29-43, 2009.

CASTRO, T. G.; NOVAES, J. F.; SILVA, M. R.; COSTA, N. M. B.; FRANCESCHINI, S. C. C.; TINÔCO, A. L. A.; LEAL, P. F. G.; Caracterização do consumo alimentar, ambiente socioeconômico e estado nutricional de pré-escolares de creches municipais. **Revista de Nutrição**, v.18, n.3, p.321-330, 2005.

CAVALCANTE, A. U. M.; TINÔCO, A. L. A.; COTTA, R. M. M.; RIBEIRO, R. C. L.; PEREIRA, C. A. S.; FRANCESCHINI, S. C. C. Consumo alimentar e estado nutricional de crianças atendidas em serviços públicos de saúde do município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista de Nutrição**, v.19, n.3, p.321-330, 2006.

CHAKRAVARTY, I. Food-based strategies to control vitamin A deficiency. **Food and Nutrition Bulletin**, v.21, n.2, p.135-143, 2000.

CNS – Conselho Nacional de Saúde. **Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos**. Brasília, Conselho Nacional de Saúde, 1997, 20 p.

COSTA, F. P.; MACHADO, S. H. O consumo de sal e alimentos ricos em sódio pode influenciar na pressão arterial das crianças? **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 15 n. 1 p. 1383-1389, 2010.

COUTINHO, G.G.P.L.; GOLONI-BERTOLLO, E.M.; PAVARINO-BERTELLI, E.C. Effectiveness of two programs of intermittent ferrous supplementation for treating iron-deficiency anemia in infants: randomized clinical trial. **São Paulo Medical Journal**, v. 126, n.6, p.314-318, 2008.

FILHA, E. O. S.; ARAÚJO, J. S.; BARBOSA, J. S.; GAUJAC, D. P.; SANTOS, C. F. S.; SILVA, D. G. Consumo dos grupos alimentares em crianças usuárias da rede pública de saúde do município de Aracaju, Sergipe. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 30, n. 4, 2012.

FNDE - Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Alimentação Escolar. (site na Internet). Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br>>. Acesso: 26 Fev 2013.

GUENTHER, P.M.; REEDY, J.; KREBS-SMITH, S.M.; REEVE, B.B.; BASIOTIS, P.P. **Development and Evaluation of the Healthy Eating Index-2005: Technical Report**. Center for Nutrition Policy and Promotion, U.S. Department of Agriculture. 2007.

HIZA, H. A. B.; CASAVALE, K. O.; GUENTHER, P. M.; DAVIS, C. A. Diet quality of americans differs by age, sex, race/ethnicity, income, and education level. **Journal of the academy of nutrition and dietetics**, v. 113, n. 2, p. 297 – 306, 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil**. 2011; 150p.

INSTITUTE OF MEDICINE. In: **Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline**. Washington, DC: The National Academy Press, 1998.

INSTITUTE OF MEDICINE. In: **Dietary References Intakes for vitamin C, vitamin E, selenium and carotenoids**. Washington, DC: The National Academy Press, 2000.

INSTITUTE OF MEDICINE. In: **Dietary References Intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium and zinc**. Washington, DC: The National Academy Press, 2001.

INSTITUTE OF MEDICINE. In: **Dietary References Intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids**. Washington, DC: The National Academy Press, 2002.

INSTITUTE OF MEDICINE. In: **Dietary References Intakes for calcium and vitamin D**. Washington, DC: The National Academy Press, 2010.

IYER, R.; TOMAR, S.K. Folate: a functional food constituent. **Journal of Food Science**, v.74, n.9, p.114-122, 2009.

LEE, J.; HAMER, M.L.; EITENMILLER, R.R. Stability of retinyl palmitate during cooking and storage in rice fortified with ultra rice fortification technology. **Journal of Food Science**, v. 65, n. 5, p. 915-919, 2000.

MANIOS, Y.; KOURLABA, G.; KONDAKI, K.; GRAMMATIKAKI, E.; BIRBILIS, M.; OIKONOMOU, E.; ROMA-GIANNIKOU, E. Diet Quality of Preschoolers in Greece Based on the Healthy Eating Index: The GENESIS Study. **Journal of American Dietetic Association**, v. 109, p. 616-623, 2009.

MELLO, V.D.; LAAKSONEN, D.E. Fibras na dieta: tendências atuais e benefícios à saúde na síndrome metabólica e no diabetes melito tipo 2. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabolismo**, v.53, n.5, p. 509–518, 2009.

MENEZES, M. C.; HORTA, P. M.; SANTOS, L. C.; LOPES, A. C. S. Avaliação do consumo alimentar e de nutrientes no contexto da atenção primária à saúde. **Revista Ceres**, v. 6, n. 3, p. 175-190, 2011.

MIRANDA, A. S.; FRANCESCHINI, S. C. C.; PRIORE, S. E.; EUCLYDES, M. P.; ARAÚJO, R. M. A.; RIBEIRO, S. M. R.; NETTO, M. P.; FONSECA, M. M.; ROCHA, D. S.; SILVA, D. G.; LIMA, N. M. M.; MAFFIA, U. C. C. Anemia ferropriva e estado nutricional de crianças com idade de 12 a 60 meses do município de Viçosa, MG. **Revista de Nutrição**, v.16, n.2, p.163-169, 2003.

OLIVEIRA, C. L.; FISBERG, M. Obesidade na infância e adolescência – uma verdadeira epidemia. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabolismo**, v. 47, n. 2, 2003.

PATH – Program for Appropriate Technology in Health. **An invisible bounty: PATH's manufactured “grain” adds nutrients to rice**. Disponível em: <http://www.path.org/projects/ultra_rice.php> . Acesso: 27 Fev 2013.

PELUZIO, M. C. G.; BATISTA, E. S. Proteínas. In: COSTA, N. M. B.; PELUZIO, M. C. G. **Nutrição básica e metabolismo**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2008. p. 120 – 154.

PHILIPPI, S.T.; LATTERZA, A.R.; CRUZ, A.T.R.; RIBEIRO, L.C. Pirâmide alimentar adaptada: guia para escolha dos alimentos. **Revista de Nutrição**, v. 12, p. 65-80, 1999.

PREVIDELLI, A. N.; ANDRADE, S. C.; PIRES, M. M.; FERREIRA, S. R. G.; FISBERG, R. M.; MARCHIONI, D. M. Índice de Qualidade da Dieta Revisado para população brasileira. **Revista de Saúde Pública**, v. 45, n. 4, p. 794 – 798, 2011.

PREVIDELLI, A.N.; ANDRADE, S.C.; PIRES, M.M.; FERREIRA, S.B.G.; FISBERG, R.M.; MARCHIONI, D.M. Índice de Qualidade da Dieta Revisado para população brasileira. **Revista de Saúde Pública**, v.45, n.4, p. 794-798, 2010.

RADHIKA, M.S.; NAIR, K.M.; KUMAR, R.H.; RAO, M.V.; RAVINDER, P.; REDDY, C.G.; BRAHMAN, G.N.V. Micronized ferric pyrophosphate supplied through extruded rice kernels improves body iron stores in children: a double-blind, randomized, placebo-controlled midday meal feeding trial in Indian schoolchildren. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.94, n.5, p.1202-1210, 2011.

SANTOS, L. M. P.; PEREIRA, M. Z. Efeito da fortificação com ácido fólico na redução dos defeitos do tubo neural. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 23, n. 1, p. 17-24, 2007.

SANTOS, N. P. P. **Avaliação dos Hábitos Alimentares de Crianças entre os 3 e os 7 anos de Idade do Externato Lisbonense**. 2010, 56f. [Trabalho de Investigação]. Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação – Universidade do Porto, Madeira.

SILVA, A.P.; VITOLO, M.R.; ZARA, L. F.; CASTRO, C. F.; Effects of zinc supplementation on 1– to 5-year old children. **Jornal de Pediatria**, v. 82, n. 3, p.227-231, 2006.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. I Diretriz de prevenção da aterosclerose na infância e na adolescência. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.85, p.1-36, 2005.

TINOCO, S. M. B.; SICHIERI, R.; MOURA, A. S.; SANTOS, F. S.; CARMO, M. G. T. Importância dos ácidos graxos essenciais e os efeitos dos ácidos graxos *trans* do leite materno para desenvolvimento fetal e neonatal. **Caderno de Saúde Pública**, v. 23, n. 3, p. 525 – 354, 2007.

VELLOZO, E. P.; FISBERG, M. A contribuição dos alimentos fortificados na prevenção da anemia ferropriva. **Revista Brasileira de Hematologia Hemoterapia**, v.32, p. 140-147, 2010.

VIEIRA, M.N.C.M.; JAPUR, C.C.; RESENDE, C.M.M.; MONTEIRO, J.P. Valores de referência de ingestão de nutrientes para avaliação e planejamento de dietas de crianças de um a oito anos. **Medicina**, v.41, n.1, p.67-76, 2008.

ZANCUL, M. S. Fortificação de alimentos com ferro e vitamina A. **Medicina**, v. 37, p. 45-50, 2004.

Site consultado:

<<http://www.oxfordradcliffe.nhs.uk/research/projects/documents/medical-statistics-online-help.pdf>>. Acesso: 26 Mar 2012.

3.5. Artigo 5: Iron bioavailability in wistar rats fed with fortified rice by Ultra Rice[®] technology with or without addition of yacon flour

(Artigo apresentado no exame de qualificação, em 05 de outubro de 2012. Submetido aos Archivos Latinoamericanos de Nutrición em 29 de Novembro de 2012. Status: Em avaliação. Autores: Ceres Mattos Della Lucia, Maria das Graças Vaz Tostes, Carlos Mário Martins Silveira, Lívia Azevedo Bordalo, Fabiana Carvalho Rodrigues, Helena Maria Pinheiro-Sant'Ana, Hércia Stampini Duarte Martino, Neuza Maria Brunoro Costa).

SUMMARY

This study aimed to evaluate iron (Fe) bioavailability in Wistar rats fed with rice fortified with micronized ferric pyrophosphate by Ultra Rice[®] (UR[®]) technology with or without addition of yacon flour. Diets were supplied with 12 mg iron/kg from the following sources: ferrous sulfate (FS - control diet), fortified rice (Ultra Rice[®]) (UR[®] diet), ferrous sulfate + yacon flour (FS + Y diet) or Ultra Rice[®] + yacon flour (UR[®] + Y diet). At the end of the study, blood samples were collected for determination of hemoglobin concentration and calculation of the relative biological value (RBV). Also, the content of short chain fatty acids (SCFA) (acetic, propionic and butyric acids) from animals' stools and caecum weight were determined. UR[®] diet showed high iron bioavailability (RBV = 84.7 %). However, the addition of yacon flour in the diet containing fortified rice (UR[®] + Y diet) decreased RBV (63.1 %) ($p < 0.05$). Groups that received yacon flour showed higher acetic acid values compared to those who did not. In conclusion, fortified rice with micronized ferric pyrophosphate by UR[®] technology showed high iron bioavailability. The addition of yacon flour, in order to provide 7.5 % of fructooligosaccharides (FOS) in the diet, increased caecum weight and SCFA concentration, although it reduced iron bioavailability.

Keywords: Ultra Rice[®], relative biological value; hemoglobin; iron deficiency; fructooligosaccharides.

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo evaluar la biodisponibilidad de hierro (Fe) en ratones Wistar alimentados con arroz fortificado con pirofosfato férrico micronizado por medio de la tecnología Ultra Rice[®] (UR[®]), con o sin adición de harina de yacón. Las dietas fueron compostas de 12 mg de hierro/kg a partir de las siguientes fuentes: sulfato ferroso (SF - dieta de control), arroz fortificado (Ultra Rice[®]) (dieta UR[®]), sulfato ferroso + harina de yacón (dieta SF + Y) o Ultra Rice[®] + harina de yacón (dieta UR[®] + Y). Al final del estudio, se recogieron muestras de sangre para la determinación de la concentración de hemoglobina y el cálculo del valor biológica relativa (RBV). También se determinó el contenido de ácidos grasos de cadena corta (AGCC) (ácidos acético, propiónico y butírico) de heces de los animales. La dieta UR[®] mostró alta biodisponibilidad de hierro (RBV = 84,7 %). Sin embargo, la adición de harina de yacón en la dieta que contenía arroz fortificado (dieta UR[®] + Y) disminuyó el RBV (63,1 %) ($p < 0,05$). Los grupos que recibieron harina de yacón mostraron los valores más altos de ácido acético en comparación con aquellos que no recibieron. En conclusión, el arroz fortificado con pirofosfato férrico micronizado por medio de la tecnología UR[®] mostró alta biodisponibilidad de hierro. La adición de harina de yacón, con el fin de proporcionar 7,5 % de fructooligosacáridos (FOS) en la dieta, causó aumento del peso del ciego y de la concentración de AGCC, aunque disminuyó la biodisponibilidad de hierro.

Palabras clave: Ultra Rice[®], valor biológico relativo, hemoglobina, deficiencia de hierro, fructooligosacáridos.

1. INTRODUCTION

Iron deficiency is the most common and widespread nutritional disorder in the world, and is a public health problem in both industrialized and non-industrialized countries. Interestingly, although it has been observed a marked decline of stunting and an increase in the obesity epidemic, characteristic phenomena of nutritional transition process, a high prevalence of anemia continues, with a modal frequency of 40-50 % in children under five years and 30-40 % in pregnant women. Anemia is, in terms of magnitude, the main problem of deficiency in the world, apparently without major geographic differentiations (1).

Food fortification is a well recognized approach to overcome the hidden hunger in many parts of the world, particularly in developing countries. Additionally, fortification is a method of treating micronutrient deficiency as an intervention alternative mainly recommended for locations where high prevalence rates are found (2).

Several foods, including sugar, soybeans, milk, oil, flour and rice have been explored as potential vehicles for fortification. Among these, rice is a potential candidate for fortification because it is well adapted to individual eating habits and is a staple food in countries where specific deficiencies reach high prevalence rates (3).

Previous attempts involving the fortification of rice flour were unsuccessful, due to the habit of washing and cooking rice, which results in the leaching of micronutrient used for enrichment (4). However, recently a new

technology was created (Ultra Rice[®] - UR[®]) that overcame this barrier. Broken and cracked grains, which typically comprise 20 % to 30 % of the production and are generally destined for animal feed, can be transformed into rice flour, combined with a binder and other nutrients, and refurbished in rice grains with the same size, shape and texture of conventional rice (5).

Studies evaluating the effectiveness of UR[®] in the improvement of the nutritional status of iron are still scarce. A study conducted in Indonesia demonstrated the viability of UR[®] in small rural mills and excellent market acceptance of the fortified product (6). In Venezuela, Garcia-Casal, et al. (7) reported that the presence of vitamin A in corn, wheat and rice increased the absorption of non-heme iron, suggesting that vitamin A prevented the inhibitory effect of phytate on the absorption of dietary iron. In India, after seven months of using iron fortified-UR[®] in the meals of schoolchildren, positive effects were observed with regards to serum ferritin (SF), but not hemoglobin (Hb) (8). In Brazil, it was found that micronized ferric pyrophosphate-UR[®] increased iron levels and reduced the incidence of anemia in the group of children between 6 and 24 months old with mild anemia (9).

Iron bioavailability may be enhanced by dietary components, such as dietary inulin-type fructans (ITF) (inulin and fructooligosaccharides - FOS), as a result of their fermentation in the large intestine (10). Fermentation favors the production of short-chain fatty acids (SCFA), which affect luminal pH, in turn affecting mineral solubility. These effects are also accompanied by modifications in the mucosal architecture of the intestine as a result of increases in both the cellularity and number of crypts, mechanisms which may contribute to an increase in the mineral absorptive surface (10).

Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) is an Andean tuberous root that accumulates large amounts of low degree of polymerization ITF. As a source of FOS, phenolic compounds and antioxidants, yacon is considered a functional food with prebiotic properties (11) which contributes to enhance mineral solubility. Therefore, the use of yacon, together with dietary sources of iron, may improve the mineral bioavailability and reduce the impact of iron deficiency anemia.

Thus, the present study aimed to evaluate iron bioavailability in wistar rats fed with fortified rice with ferric pyrophosphate by UR[®] technology with or without the addition of yacon potato flour (*Smallanthus sonchifolius*), as an alternative source of prebiotic.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Raw material

Rice grains extruded from rice flour (Ultra Rice[®] - UR[®]), produced by a pasta manufacturer (Adorella Foods Ltd.) located in Indaiatuba, Sao Paulo, Brazil, and kindly granted by *Program for Appropriate Technology in Health* (PATH) were used. The grains contained iron (in the form of micronized ferric pyrophosphate), zinc (as zinc oxide), thiamin (in the form of thiamin mononitrate) and folic acid.

2.2. Preparation of yacon flour

Yacon roots (115.5 kg) was purchased on the local market (Viçosa, MG, Brazil), selected, weighted and subjected to the flour preparation process according to the methodology of Rodrigues, Castro, Martino & Ferreira (12). After washing in running tap water and sanitization in chlorinated water at 5

ppm during 5 minutes, peeling was made using a potato peeler and then roots were treated with a sodium citrate solution at 0.5 % during 15 minutes. After grinding in multiprocessor (Walita, modelo RI7625), yacon was immersed in a sodium bisulfite solution at 0.5 % during 15 minutes. After that, liquid was eliminated and drying was performed in airflow dryer (Polidryer-DP, Viçosa, Brazil) at 55°C during 48 hours. At the end of the drying process, yacon was ground and the flour was weighted and stored in plastic bags at 10°C. Chemical composition of yacon flour was determined as indicated by the AOAC method (13), resulting in the following values per 100 grams: 6.9 g of moisture, 2.7 g of proteins, 0.15 g of fat, 5.4 g of ash, 8.6 g of glucose, 21.1 g of fructose; 16.3 g of sucrose and 25.7 g of FOS.

2.3. Determination of iron in UR[®], yacon flour and experimental diets

Iron content in UR[®], yacon flour and experimental diets was determined according to AOAC (13). One gram of each sample, in triplicate, was weighted in tubes and digested using 10 mL of concentrated HNO₃ at a temperature of 160 °C. After the first 8 hours of digestion, other 5 mL of HNO₃ were added. After completing digestion, the contents of the tube were transferred to 50 mL volumetric flasks. The samples were then mixed in a vortex and the volume was made up with deionized water. Iron was determined by plasma emission spectrophotometry (Perkin-Elmer Optima 3300 DV, Norwalk, USA). The glassware and utensils used for both the mineral and biological assays were demineralized, using a 10 % HNO₃ solution, in which they remained for 24 h followed by rinsing in deionized water.

2.4. Evaluation of iron bioavailability in vivo

The study was conducted according to Brazilian Standards of Animal Experimentation and was approved by the Ethics Committee for Animal Research (Project Identification Code: 33; date of approval: June 09th 2011).

Thirty-two weaning male *Wistar* rats (*Rattus norvegicus*, albinus variety, Rodentia class from the Central Biotery of the Universidade Federal de Vicosa, Minas Gerais, Brazil), 21-days old with initial body weight ranging from 60 - 90 g were used in the study. The animals were provided by the Central Biotery of the Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brazil and were individually housed in stainless steel cages under controlled temperature ($21^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$) and 12 hour photoperiod for 14 days.

The depletion-repletion hemoglobin method was applied to determine iron bioavailability, according to AOAC (13), with a modification to the depletion phase which lasted three weeks, instead of four. This time was sufficient to cause anemia in the rats (6 mg/dL), based on the results of previous studies in our laboratory (14).

2.4.1. Experimental diets

Diets were prepared based on the nutritional needs of animals using AIN93-G composition, according to Reeves, Nielsen & Fahey (15), being isocaloric and isoproteic. The amount of fortified rice added was based on the content of iron found in this food, being added an amount needed to provide 12 mg of Fe/kg diet. The amount of yacon flour added was based on its composition in FOS, being added an amount needed to provide 7.5 % FOS, replacing the sucrose content of the diet. The composition of the diets is presented in Table 1. Ingredients were individually weighed and hand mixed

using demineralized plastic tools, followed by mixing in a semi-industrial mixer (Lieme[®], São Paulo, Brazil) at low speed for 15 minutes. The diets were stored in polyethylene bags at 10°C. The amount of yacon flour was calculated to provide 7.5 % of FOS.

Table 1. Composition of experimental diets (g/100 g mixture)

Components/ Concentration	Depletion Period		Repletion Period		
	AIN-93G (g/100 g)*	FS (g/100 g)	UR [®] (g/100 g)	FS + Y (g/100 g)	UR + Y (g/100 g)
FeSO ₄ (mg)	-	0.0059	-	0.0041	-
Albumin**	20.00	20.00	20.00	20.00	18.93
Maltodextrin**	13.20	13.20	13.20	9.77	9.77
Sucrose**	10.00	10.00	10.00	-	-
Soybean Oil **	7.00	7.00	7.00	6.95	6.95
Fiber (microfine cellulose)**	5.00	5.00	5.00	1.13	1.13
Iron-free mineral mix (*)	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
Vitamin mix **	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
L-cystine**	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Choline bitartrate **	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Corn starch**	39.75	39.75	39.75	29.06	28.97
Yacon flour ^a	-	-	-	29.2	29.2
Ultra Rice ^{®b}	0.00	-	0.13	-	0.09

FS: Ferrous sulfate diet; UR[®]: Ultra Rice diet; FS + Y: Ferrous sulfate + Yacon flour diet; UR[®]+ Y: Ultra Rice + Yacon flour diet

* Based on Reeves, Nielsen & Fahey (1993).

** Rhoster, Industry and Commerce Ltd.

a 25.7 % oligofrutans, 16.3 % saccharose, 21.1 % fructose, 0.0013 % iron (Source: Rodrigues, Castro, Martino, Ferreira, 2011).

b 0.94 % of iron

2.4.2. Depletion phase

The animals were fed a modified AIN-93G diet (15) recommended for rats in the growing phase, utilizing a mineral mix (iron-free) and deionized water *ad libitum*, during 21 days to induce anemia. At the end of the depletion period, blood samples were collected by tail incision to determine hemoglobin (Hb) concentration. After making an incision at the terminal portion of the tail of each animal, blood was dripped on glass slide and immediately collected with a micropipette. A 10 μ L blood aliquot was mixed with 2.5 mL of cyanide and potassium ferricyanide (Drabdkin solution) and absorbance was measured at 540 nm in a spectrophotometer (Shimadzu UV-1601).

2.4.3. Repletion phase

Anemic rats were systematically assigned to four groups (n=8) according to their hemoglobin level to obtain groups with similar means. The groups were fed with diets containing 12 mg of iron/kg supplied from the following iron sources: ferrous sulfate (FS - control diet), fortified rice (Ultra Rice[®] - UR[®]) (UR[®] diet), ferrous sulfate + yacon flour (FS + Y diet) or Ultra Rice + yacon flour (UR[®] + Y diet). In diets FS + Y and UR[®] + Y, corn starch, sucrose and dietary fiber were quantitatively adjusted, taking into account the offer of 7.5 % of FOS and the carbohydrate content of yacon flour (Table 1).

The rats were fed a dose of 17 to 18 g/day per repletion diet during 14 days and deionized water was provided *ad libitum*.

At the end of the repletion period, blood samples were collected by tail incision for further determination of Hb concentration.

For calculating Hb concentrations, absorbance for a standard Hb solution at a concentration corresponding to 11.4 g/dL was used as reference (Química Básica, Belo Horizonte, MG, Brazil).

Iron (Fe) consumption was calculated considering the total amount of diet consumed and the iron content of the specific diet, which was calculated for each animal according to the formula below:

$$\text{Fe consumption} = [\text{total diet consumption during repletion period} \times \text{Iron in the diet (mg/1000 g)}] / 1000 \quad (1)$$

The results of the Hb concentrations and iron consumption were used to estimate the following indexes (22):

$$\text{Hb-Fe pool (mg), assuming the total blood volume was 6.7 \% the body weight and Fe content in Hb was 0.335 \%} \quad (2)$$

$$\text{Hb-Fe pool (mg)} = [\text{Hb Fe (final)} - \text{Hb Fe (initial)} \times 100] / \text{Fe intake (mg)}$$

Where:

$$\text{Hb Fe (initial)} = [\text{weight (g) (initial)} \times \text{Hb (g / dL) (initial)} \times 6.7 \times 0.335] / 1000$$

$$\text{Fe Hb (final)} = [\text{weight (g) (final)} \times \text{Hb (g / dL) (final)} \times 6.7 \times 0.335] / 1000$$

$$\text{Hb Repletion Efficiency (HRE)} \quad (3)$$

$$\% \text{ HRE} = (\text{Hb Fe pool (final)} - \text{Hb Fe pool (initial)} \times 100) / \text{Fe intake (mg)}$$

$$\text{Relative Biological Value (RBV)}: \quad (4)$$

$$\text{RBV} = 100 \times (\% \text{ HRE test group} / \text{HRE FS group})$$

$$\text{Biological Value Relative to Hb Gain (GHb RBV)}: \quad (5)$$

$$\text{RBV GHb} = \text{gain of Hb by each animal} / \text{Average gain of Hb in ferrous sulfate group}$$

During the experimental period, body weight and food intake were monitored to determine the feed efficiency ratio (FER), calculated as the ratio between the body weight gain (g) and food intake (g).

2.5. Reticulocyte count

After animals' euthanasia, reticulocyte count was obtained from the percentage of young red blood cells, whose maturation stage precedes the formation of anucleate red blood cells. A 5 mL blood aliquot was collected in a tube containing EDTA, and then 0.5 mL of this solution was added to 0.5 mL of brilliant cresyl blue in a hemolysis tube, which was maintained in a water bath at 37 °C for 15 minutes. The smear was obtained from the homogenate which was focused using an objective lens. Counting was performed with at least 1,000 red blood cells, and the number of reticulocytes found in these fields was noted. Values were expressed in.

2.6. Determination of short chain fatty acids (SCFA) in animals stools

For determination of SCFA (acetic, propionic and butyric acids) the method proposed by Smiricky-Tjarda, Grieshop, Flickinger, Bauer & Fahey (16) was used. SCFA concentrations were determined using high performance liquid chromatography system (HPLC) (Shimadzu, model SPD-10A VP), coupled to an Ultra Violet (UV) detector using a wavelength of 210 nm. After animals' euthanasia, stools from the caecum were mixed with 25 % metaphosphoric acid in eppendorf tubes and then maintained at rest for 30 minutes at room temperature. After that, samples were centrifuged in a refrigerated microcentrifuge (Hitachi, CT15RE) at 16.100 g for 30 minutes. The supernatant was transferred to another eppendorf and was centrifuged again for 20 minutes

under the same conditions. This supernatant was then used for determining the SCFA concentrations. The chromatographic conditions were: reversed phase column (C18), 30 cm x 4.5 mm, flow rate: 0.8 mL/min, column pressure: 181 kgf, mobile phase: orthophosphoric acid 1 % in water, injection volume: 20 µl.

2.7. Statistical Analysis

Descriptive statistics were used and results are shown in terms of mean and standard deviation. Groups were compared using analysis of variance (ANOVA) and the Dunnett's post hoc test was applied to identify where significant differences occurred, considering ferrous sulfate as the control group and a significance level of 5 % ($p < 0.05$). Data was analyzed using the software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), version 17.0.

3. RESULTS

3.1. Iron status of rats

After 21 days of iron restriction (depletion period), it was observed that hemoglobin levels in the animals were low (Table 2), since Hb cutoff in rats is 7 g/dL (23), indicating the efficacy of iron depletion. No significant difference was observed in hemoglobin levels and hemoglobin iron among the experimental groups ($p > 0.05$). Also, there were no significant differences among groups regarding weight gain and food consumption during the depletion period ($p > 0.05$).

Table 2. Body weight, weight gain, feed intake, feed efficiency ratio and hematological indexes of animals after 21 days of iron-deficient diet (depletion period)

Indexes	FS	FS + Y	UR [®]	UR [®] + Y
Initial weight (g)	81.4 ± 15.3	88.2 ± 5.6	84.2 ± 8.0	83.9 ± 8.8
Final weight (g)	178.1 ± 18.4	185.2 ± 16.9	179.1 ± 10.8	176.4 ± 15.5
Weight gain (g)	96.7 ± 7.4	97.0 ± 15.0	94.9 ± 14.8	92.5 ± 11.1
Feed intake (g)	295.7 ± 19.6	287.5 ± 37.2	302.4 ± 22.5	285.8 ± 22.6
Feed efficiency ratio	0.3 ± 0.03	0.3 ± 0.07	0.3 ± 0.05	0.3 ± 0.05
Hemoglobin (g/dL)	7.5 ± 1.2	7.5 ± 1.1	7.5 ± 1.1	7.4 ± 1.1
Hemoglobin iron (mg)	3.0 ± 0.6	3.1 ± 0.7	3.0 ± 0.5	2.9 ± 0.4

FS: Ferrous sulfate; FS + Y: Ferrous sulfate + Yacon flour; UR[®]: Ultra Rice; UR[®] + Y: Ultra Rice + Yacon flour

Results expressed as mean ± SD from iron-deficient rats (n=8/group) after 21 day period fed with iron repletion diet.

SD = Standard deviation.

Means do not differ from each other according to ANOVA ($p > 0.05$)

3.2. Food intake and body weight in iron repletion period

After analysis of diets, it was observed that the average iron content was 1.76 mg iron/100 g in FS diet, 2.11 mg iron/100 g in UR[®] + FS diet, 2.07 mg iron/100 g in UR[®] diet and 2.53 mg iron/100 g in UR[®] + Y diet.

There were no significant differences ($p > 0.05$) in food intake and FER among groups during the repletion period. However there was a difference in total iron intake ($p < 0.001$), where the FS group presented the lowest intake (4.58 ± 0.39 mg) and the UR[®] + Y group showed higher iron intake (6.71 ± 0.51 mg). Body weight and weight gain at the end of repletion period were not different among groups (Table 3).

Table 3. Data from food consumption, body weight and hematological indexes after 14 days of repletion diet

Indexes	FS	FS + Y	UR [®]	UR [®] + Y
Total food intake (g)	259.9 ± 22.3	255.9 ± 24.7	262.5 ± 25.8	264.9 ± 19.9
Fe intake (mg)	4.6 ± 0.4 ^c	5.4 ± 0.5 ^b	5.4 ± 0.5 ^b	6.7 ± 0.5 ^a
Feed efficiency ratio	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.04	0.1 ± 0.04
Initial body weight (g)	178.1 ± 18.4	185.2 ± 16.8	179.1 ± 10.8	176.4 ± 15.5
Final body weight (g)	209.2 ± 28.1	216.7 ± 20.1	210.6 ± 7.9	202.1 ± 22.4
Weight gain (g)	31.1 ± 13.9	31.5 ± 10.9	31.5 ± 8.9	25.7 ± 10.1

FS: Ferrous sulfate; FS + Y: Ferrous sulfate + Yacon flour; UR[®]: Ultra Rice; UR[®] + Y: Ultra Rice + Yacon flour

Results expressed as mean ± SD. Means followed by the same letters in lines do not differ from each other according to the Dunnett's test ($p > 0.05$), to compare each test group with ferrous sulfate group (control).

SD = Standard deviation.

3.3. Hematological indexes and iron bioavailability

The hematological levels of animals consuming diets containing yacon flour and ferrous sulfate or UR[®] with ferric pyrophosphate as sources of iron at the beginning and end of the repletion period are described in Table 4 and Figure 1.

Iron intake was different among the groups since the iron concentration in diets were also different, although they were prepared to reach 12 mg Fe/kg of diet. These differences can occur due to possible contamination in ingredients used during the preparation of diets, which is common. Since significant differences were detected in iron intake among the groups, specific ratios were calculated in an attempt to avoid misinterpretation of the results since groups with higher iron intake have proportionally higher hemoglobin

concentration and higher hemoglobin gain. Thus, the ratios hemoglobin iron/iron intake and Hb gain/iron intake were calculated (Table 4).

Hemoglobin levels at the end of the repletion period were higher than in the beginning (end of depletion), however Hb gains did not differ among groups ($p > 0.05$), even when this index was corrected by iron consumption (Table 4).

Despite a tendency to increase in the groups that received yacon flour, the biological value relative to Hb gain did not differ among the groups receiving yacon compared with those that did not receive yacon ($p > 0.05$) (Table 4).

There were no significant differences ($p > 0.05$) among groups with regards to the mean percentage of reticulocytes. These cells showed to be within the normal range (0.5 to 2.3 %) of most animals (Table 4).

Table 4. Hematological values of animals receiving diets containing yacon flour and ferrous sulfate or UR[®] with ferric pyrophosphate as sources of iron at the beginning and end of repletion

Parameters	FS	FS + Yacon	UR [®]	UR [®] + Yacon
Initial hemoglobin	7.5 ± 1.2	7.5 ± 1.1	7.5 ± 1.1	7.4 ± 1.1
Final hemoglobin	12.4 ± 1.5	12.7 ± 1.2	12.3 ± 2.7	12.4 ± 2.6
Hemoglobin gain (g/dL)	4.9 ± 1.4	5.2 ± 1.1	4.7 ± 1.9	5.0 ± 2.7
Hemoglobin gain /Iron intake	1.1 ± 0.3	1.0 ± 0.2	0.9 ± 0.3	0.7 ± 0.4
Relative biological value	100.0 ± 27.9	106.8 ± 23.1	97.6 ± 39.0	102.6 ± 56.1
Initial hemoglobin iron (mg)	3.0 ± 0.6	3.1 ± 0.7	3.0 ± 0.5	2.9 ± 0.4
Final hemoglobin iron (mg)	5.8 ± 0.8	6.2 ± 0.8	5.8 ± 1.2	5.5 ± 0.9
Final hemoglobin iron /Iron intake	1.3 ± 0.3 ^a	1.2 ± 0.2 ^a	1.1 ± 0.2 ^a	0.8 ± 0.1 ^b
Reticulocytes (%)	1.0 ± 0.5	1.3 ± 0.8	1.1 ± 0.4	1.4 ± 0.6

FS: Ferrous sulfate; FS + Y: Ferrous sulfate + Yacon flour; UR[®]: Ultra Rice; UR[®] + Y: Ultra Rice + Yacon flour

Results expressed as mean ± SD. Means followed by the same letters in lines do not differ from each other according to the Dunnett's test ($p > 0.05$), to compare each test group with ferrous sulfate group (control).

SD = Standard deviation.

There was no significant difference ($p > 0.05$) in the levels of hemoglobin iron at the end of the repletion period; however, considering the iron intake, levels of hemoglobin iron were lower in the UR[®] + Y group compared to other groups.

It were observed significant differences ($p < 0.05$) among groups with respect to hemoglobin repletion efficiency (HRE). Regarding the biological value relative to HRE (RBV), significant differences were also observed among the groups ($p < 0,05$), as shown in Figure 1.

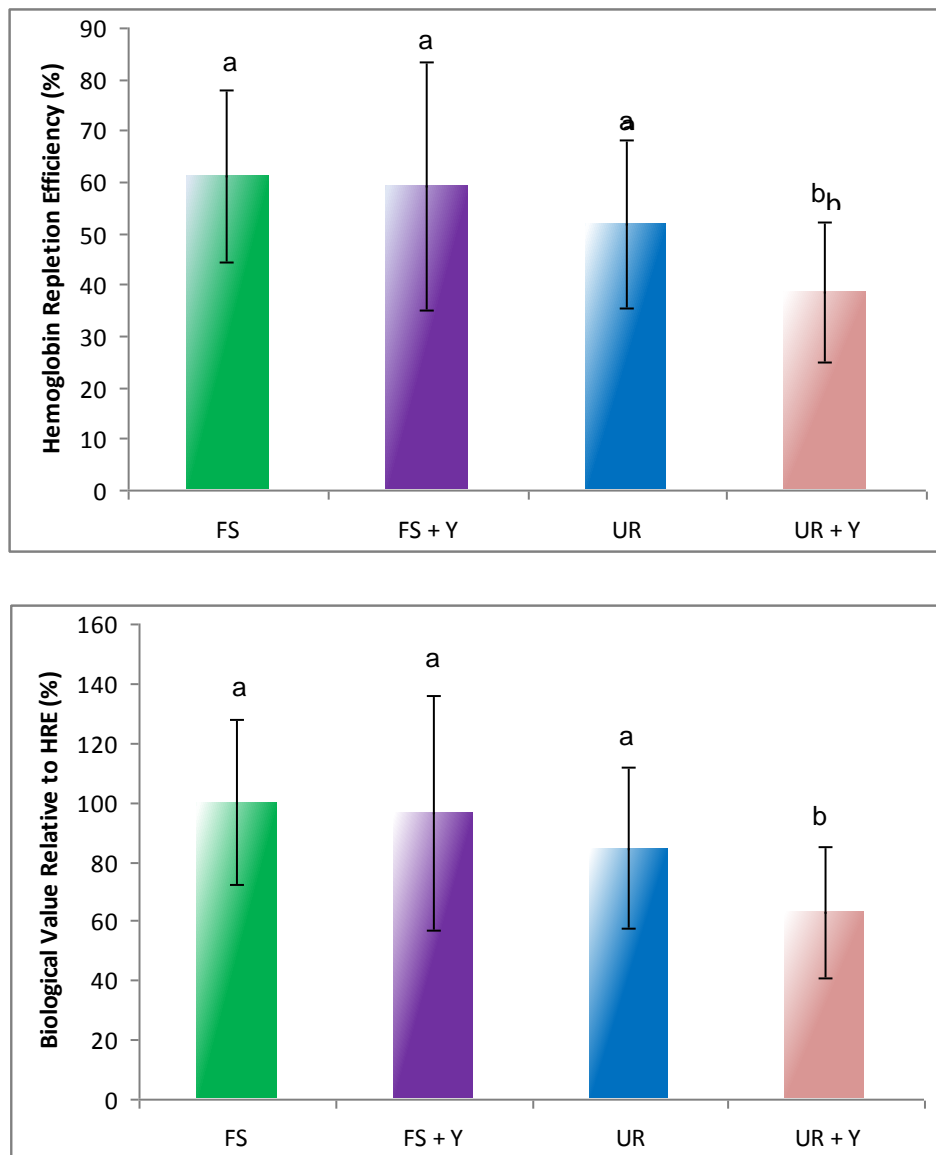


Figure 1. Hemoglobin Repletion Efficiency (HRE) and biological value relative to HRE in experimental diets. Mean values followed by the same superscript letter are not significantly different according to the Dunnett's test ($p > 0.05$) to compare each test group with ferrous sulfate (control).

3.4. Intestinal analysis

Yacon flour caused a significant increase in the absolute caecum weight of animals ($p < 0.001$), more pronounced in the diet containing ferrous sulphate and yacon flour. The relative caecum weight (caecal weight/body weight) was

higher in animals fed with yacon flour and more prominent in the group that received ferrous sulfate with yacon flour ($p < 0.001$) (Table 5).

Table 5. Caecum absolute and relative weights and production of short chain fatty acids

Parameters	FS	FS + Yacon	UR [®]	UR [®] + Yacon
Caecum absolute weight (g)	4.9 ± 1.53 ^c	13.2 ± 3.1 ^a	4.6 ± 1.2 ^c	8.5 ± 1.8 ^b
Caecum relative weight (g)	0.0 ± 0.008 ^c	0.1 ± 0.02 ^a	0.02 ± 0.006 ^a	0.04 ± 0.01 ^b
SCFA (µmol/caecum)				
Acid acetic	88.0 ± 21.81 ^b	184.8 ± 46.0 ^b	72.5 ± 20.3 ^b	152.9 ± 54.6 ^a
Acid propionic	243.8 ± 48.41 ^b	513.5 ± 154.7 ^b	203.5 ± 62.5 ^b	283.0 ± 105.2 ^b
Acid butyric	7.1 ± 2.90 ^b	17.6 ± 11.7 ^b	7.3 ± 5.9 ^b	10.5 ± 2.7 ^b

FS: Ferrous sulfate; FS + Y: Ferrous sulfate + Yacon flour; UR[®]: Ultra Rice; UR[®] + Y: Ultra Rice + Yacon flour

Results expressed as mean ± SD. Means followed by the same letters in lines do not differ from each other according to the Dunnett's test ($p > 0.05$), to compare each test group with ferrous sulfate group (control).

SD = Standard deviation.

SCFA: short chain fatty acids.

There was significant difference ($p < 0.001$) in the concentration of SCFA and with respect to acid acetic, groups that received yacon flour showed higher values than those that did not. The FS + Y group produced higher butyrate and propionate concentrations, and no differences were observed in the other groups.

4. DISCUSSION

Iron bioavailability can be affected by sources of FOS. Lobo et al. (17) found that iron bioavailability from ferric pyrophosphate was higher after offering yacon flour to animals with iron deficiency anemia, with an RBV of 97 %. It is important to consider that ferric pyrophosphate is an insoluble salt of low iron bioavailability. The high FOS content can improve bioavailability of this mineral by acidification of the medium resulting from the activity of fermentative local microbiota or increased iron uptake due to hypertrophy of the caecum walls.

In the present study, rice fortified with ferric pyrophosphate showed a high RBV (84.7 %) unlike that found by Lobo et al. (17), which observed lower bioavailability of iron (40 %) in ferric pyrophosphate. However, the fortified rice, when offered in association to yacon flour as a source of FOS, showed reduction on the iron bioavailability. This indicates that in the present study pyrophosphate in fortified rice had the highest bioavailability and the addition of yacon flour did not promote increased benefits, but reduced the bioavailability of this mineral.

One of the reasons for the high iron bioavailability obtained in the present study may be due iron pyrophosphate present in this rice was in the micronized form, unlike that used by Lobo et al. (17). According to PATH (18), the micronization process produces very small salt particles (2.5 micrometers), favoring a larger surface area and improving iron bioavailability when compared to other insoluble salts.

HRE values encountered in this study for the group with ferrous sulfate (61 %) and for the group with UR[®] containing ferric pyrophosphate as a source of iron (51.8 %) were higher than those found in the study by Lobo et al. (17), in which ferrous sulfate showed an HRE around 25 % and the iron pyrophosphate

showed a HRE around 10 %. In the present study, the group that received ferric pyrophosphate and yacon showed lower iron recovery, since the hemoglobin iron consumption was lower when considering the iron ingested by animals.

One factor that may explain this result was the presence of a mild diarrhea observed in animals, which may have caused increased excretion of iron in the stool. However, the dose of FOS included in the diet was similar to that used in other studies, which did not reported diarrhea in animals (10, 17).

Reticulocyte values at the end of the repletion period were normal. Knowing that the number of reticulocytes in the peripheral circulation influences the regeneration rate of erythrocytes in bone marrow, it was observed that at the end of the experiment the animals had recovered from iron depletion, with reticulocyte values within normal limits. Lobo et al. (17) observed that consuming a low dose of iron resulted in a significant increase in reticulocyte count compared to the control group, indicating an attempt to restore bone marrow based on the number of red blood cells.

Although negative effects of yacon flour on iron bioavailability in the present study were observed, there was a marked increase in caecal weight of the animals, being more pronounced in the group receiving yacon flour with ferrous sulfate. There was also an increased concentration of SCFA in these animals. Yacon flour contains a high proportion of carbohydrates in the form of oligofrutans such as inulin and FOS (19).

The effects of SCFA on both normal and neoplastic epithelial cells are known. While butyrate and, to a lesser extent, propionate, act by reducing the proliferation of tumor cells *in vitro*, all three major SCFA stimulate the proliferation of normal epithelial cells (20). It has also been reported that fermentation of FOS in the caecum of animals was accompanied by a

hypertrophy in this portion of intestine or increase of the number and depth of caecal crypts (10), suggesting the cause/effect relationship between hyperplasia and hypertrophy and development of cell wall in the caecum.

Genta, Cabrera, Grau & Sanchez (21) presented results corroborating with those of the present study when feeding rats with diets containing yacon for a period of 4 months. Various levels of FOS (from 340 to 6800 mg/kg/day) were offered and the authors found significant increases in caecal weight only in the group supplemented with the highest level of FOS. In another study, Boyle et al. (23) fed rats with different oligofructose levels (0 %, 0.55 %, 1.65 %, 4.96 % and 9.91 %), observing a significant increase in caecal weight for the supplemented diets. In these studies the increased caecum weight was dose dependent and was associated with the trophic effect of SCFA on colonocytes. In the present study 7.5 % of FOS added to the diet increased caecal weight, especially when yacon was combined with ferrous sulfate. Significant gut effects of yacon flour were therefore observed, but not reflected in increased iron absorption.

5. CONCLUSION

Fortified rice with micronized ferric pyrophosphate by UR[®] technology showed high iron bioavailability. The addition of yacon flour, to provide 7.5 % of fructooligosaccharides (FOS) in the diet, increased caecum weight and SCFA concentration, although it reduced iron bioavailability.

Further studies are necessary regarding the effects of FOS, especially in diets with low bioavailability, aiming to reach further conclusions about its effects on iron absorption and contribution in the control of iron deficiency anemia.

6. REFERENCES

1. Batista Filho M. Alimentação, nutrição & saúde. In: Rouquayrol ZM, Almeida Filho N, editors. *Epidemiologia & Saúde*, 5th ed., Rio de Janeiro: Medsi; 1999. p. 353-374.
2. Chakravarty I. Food-based strategies to control vitamin A deficiency. *Food Nutr Bull*. 2000; 21: 135-143.
3. Hurrell RF. Preventing iron deficiency through food fortification. *Nutr Review*. 1997; 55: 210-222.
4. Hoffpauer DW. Rice enrichment for today. *Cereal Foods World*. 1992; 37: 757-759.
5. Lee J, Hamer ML, Eitenmiller RR. Stability of retinyl palmitate during cooking and storage in rice fortified with ultra rice fortification technology. *J Food Sci*. 2000; 65: 915-919.
6. PATH. Program for Appropriate Technology in Health. Seattle, Wa., Personal communication. 1999.
7. Garcia-Casal MN, Layrisse M, Solano L, Baron MA, Arguello F, Llovera D, Ramirez J, Leets I, Tropper, E. Vitamin A and β -carotene can improve non-heme iron absorption from rice, wheat and corn by humans. *J Nutr*. 1998; 128: 646-650.
8. Moretti D, Zimmermann MB, Muthayya S, Thankachan P, Lee TC, Kurpad AV, Hurrell RF. Extruded rice fortified with micronized ground ferric pyrophosphate reduces iron deficiency in India schoolchildren: a double-blind randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr*. 2006; 84: 822–829.
9. Pessoa MC. Eficácia do consumo de arroz fortificado com ferro no tratamento de crianças com anemia carencial [dissertation]. Belo Horizonte (MG): Universidade Federal de Minas Gerais; 2009.

10. Lobo AR, Colli C, Alvares EP, Filisetti TMCC. Effects of fructans-containing yacon (*Smallanthus sonchifolius* Poepp & Endl.) flour on caecum mucosal morphometry, calcium and magnesium balance, and bone calcium retention in growing rats. *Brit J Nutr.* 2007; 97: 776-785.
11. Sales RL, Rodrigues FC, Costa NMB, Ferreira CLLF. Yacon: Aspectos Nutricionais, Tecnológicos e Funcionais. In: Costa, NMB e Rosa, COB, editors. *Alimentos Funcionais - Componentes Bioativos e Efeitos Fisiológicos*, 1st ed. Rio de Janeiro; 2010. p. 229-242.
12. Rodrigues FC, Castro ASB, Martino HSD, Ferreira CLLF. Farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): produção e caracterização química. *Rev Inst Adolfo Lutz.* 2011; 70. In press.
13. AOAC - Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.* 16.ed. Maryland. 1998.
14. Martino HSD, Carvalho AW, Silva CO, Dantas MIS, Natal DIG, Ribeiro SMR, Costa NMB. The soybean hull flour of heat-treated grains does not affect iron bioavailability in rats. *Arch Latinoamer Nutr.* 2012. In press.
15. Reeves PG, Nielsen FH, Fahey GCJr. AIN-93G purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Writing Committee on the Reformulation of the AIN-76A rodent diet. *J Nutr.* 1993; 123: 1939-1951.
16. Smiricky-Tjardes MR, Grieshop CM, Flickinger EA, Bauer LL, Fahey GC. Dietary galactooligosaccharides affect ileal and total-tract nutrient digestibility, ileal and fecal bacterial concentrations, and ileal fermentative characteristics of growing pigs. *J Animal Sci.* 2003; 81: 2535-2545.

17. Lobo AR, Cocato ML, Borelli P, Gaievski EHS, Crisma AR, Nakajima K, Nakano EY, Colli C. Iron bioavailability from ferric pyrophosphate in rats fed with eructan-containing yacon (*Smallanthus sonchifolius*) flour. Food Chem. 2011; 126: 885-891.
18. PATH. Introdução do Arroz Fortalecido Usando a Tecnologia Ultra Rice®. Available online: <www.path.org/files/MCHN_ultrarice_faq_port.pdf> (accessed 26 Jun 2011).
19. Cazetta ML, Martins PMM, Monti R, Contiero J. Yacon (*Polymnia sonchifolia*) extract as a substrate to produce inulinase by *Kluyveromyces marxianus* var. *bulgaricus*. J Food Eng. 2005; 66: 301–305.
20. Scheppach W, Bastram HP, Richter, F. Role of short-chain fatty acids in the prevention of colorectal cancer. Eur J Cancer. 1995; 31A: 1077-1080.
21. Genta SB, Cabrera WM, Grau A, Sanchez S.S. Subchronic 4-month oral toxicity study of dried *Smallanthus sonchifolius* (yacon) roots as a diet supplement in rats. Food Chem Toxicol. 2005; 43: 1657-1665.
22. Mickay RH, Higuchi DA, Winder WW, Feel RD, Brown EB. Tissue effects of iron deficiency in the rat. Biochem. Biophys. Acta. 1983; 757(3):352-356.
23. Boyle FG, Wrenn JM, Marsh BB, Anderson WI, Angelosanto FA, McCartney AL, Lien EL. Safety evaluation of oligofructose: 13 Week rat study and in vitro mutagenicity. Food Chem Toxicol. 2008; 46: 3132-3139.

3.6. Artigo 6: Biodisponibilidade de zinco em ratos Wistar alimentados com arroz fortificado com óxido de zinco

RESUMO

O arroz fortificado com micronutrientes (Ultra Rice[®] - UR[®]) constitui-se em alternativa viável de fortificação pelo fato de este cereal já estar inserido no hábito da população. O objetivo deste estudo foi avaliar a biodisponibilidade de zinco (Zn) em arroz fortificado com óxido de zinco (UR[®]). Durante 42 dias, ratos foram divididos em quatro grupos e alimentados com dietas contendo duas diferentes fontes de Zn (UR[®] fortificado com óxido de zinco - dieta teste ou carbonato de zinco (ZnCO₃) – dieta controle), suprimindo 50 ou 100 % da recomendação desse mineral para animais. Foram avaliados o ganho de peso; a ingestão alimentar; o coeficiente de eficiência alimentar; o peso; a espessura e o comprimento do fêmur; a retenção de Zn, cálcio (Ca) e magnésio (Mg) no fêmur e as concentrações de Zn no fêmur, plasma e eritrócitos. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2 (fonte *versus* dose), com 10 repetições (animais). Os dados foram analisados por meio da análise de variância, a 5 % de probabilidade. A dieta controle proporcionou maior ganho de peso, coeficiente de eficiência alimentar, retenção de Zn e concentração de Zn no fêmur quando comparada à dieta teste ($p < 0,05$). Entretanto, não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) para ingestão alimentar, comprimento e espessura do fêmur, Zn plasmático e Zn eritrocitário entre grupo teste e controle. Embora o UR[®] fortificado com óxido de zinco tenha apresentado biodisponibilidade inferior ao ZnCO₃, esse alimento pode ser uma alternativa viável a ser utilizada como veículo de fortificação.

Palavras-chave: carbonato de zinco; ensaio biológico; deficiência de micronutrientes.

ABSTRACT

The rice fortified with micronutrients (Ultra Rice[®] - UR[®]) is a viable alternative for fortification since this cereal is already inserted into the population habit. The aim of this study was to evaluate the bioavailability of zinc (Zn) in rice fortified with zinc oxide (UR[®]). During 42 days, rats were divided into four groups and fed diets containing two different sources of Zn (UR[®] fortified with zinc oxide - test diet or zinc carbonate (ZnCO₃) - control diet), supplying 50 or 100 % of the recommendations of this mineral for animals. Weight gain, food intake, feed efficiency ratio, weight, thickness and length of femur; retention of zinc, calcium (Ca) and magnesium (Mg) in the femur and the concentrations of Zn in femur, plasma and erythrocytes were evaluated. A completely randomized design, in factorial 2x2 (source versus dose) with 10 replicates (animals) was used. Data were analyzed by analysis of variance, at 5 % probability. The control diet showed higher weight gain, feed efficiency ratio, retention of Zn and Zn concentration in the femur when compared to the test diet ($p < 0.05$). However, no differences were observed ($p > 0.05$) for dietary intake, length and thickness of the femur, erythrocyte and plasmatic Zn between test and control groups. Although UR[®] fortified with zinc oxide showed a lower bioavailability compared to ZnCO₃, this food can be a viable alternative to be used as a vehicle for fortification.

Keywords: Zinc carbonate; bioassay; micronutrient deficiency.

1. INTRODUÇÃO

Inúmeras pesquisas vêm demonstrando o crescente aumento de doenças crônicas não transmissíveis em todo o mundo, cujas causas apontam principalmente para o estilo de vida como fator etiológico principal. Em termos gerais, a dieta ocidental se mostra rica em açúcares, gorduras saturadas e trans, pobre em fibra alimentar e, quanto aos micronutrientes, o zinco (Zn) está entre os mais deficientes (GARCIA et al., 2011). Estudos em países latino-americanos e nos EUA mostraram que a ingestão média de Zn varia entre 50 % e 80 % da recomendação, independente da idade, gênero e raça (SALGUEIRO et al., 2000).

Embora existam na literatura poucos trabalhos que estudaram a prevalência da deficiência de Zn em populações no Brasil e no mundo, sugere-se que ela seja tão freqüente quanto a de ferro. As deficiências podem coexistir, até mesmo pela semelhança de fontes alimentares e dos fatores que impedem a absorção desses minerais (SILVA et al., 2006). A deficiência de Zn está associada, entre outras alterações, com disfunção do sistema imune, atraso no crescimento e com alto risco de morbidades, tais como diarreia, infecções respiratórias e doenças crônicas não transmissíveis (BROWN et al., 2002).

O Zn participa de várias funções no organismo, explicadas em parte pelo papel estrutural na formação de enzimas capazes de atuar como antioxidantes endógenos, tais como a superóxido desmutase, atuando também na estabilização de domínios de proteínas que interagem com o DNA (KING et al., 2000).

A absorção de Zn em dietas mistas é de aproximadamente 30 % e é influenciada pela solubilidade dos compostos de Zn na dieta e por sua competição com outros minerais por carreadores ou sítios de captação no intestino, entre outros fatores (SANDSTRÖM, 1997). A razão molar entre fitato e zinco em refeições ou em uma dieta mista constitui um indicador útil do efeito dos fitatos na redução da absorção de zinco. Em razões molares fitato: zinco acima da faixa de 6-10, a absorção de zinco começa a reduzir; em razões acima de 15, a absorção é tipicamente menor que 15 %. O efeito do fitato é, entretanto, modificado pela quantidade de proteína consumida. Proteínas de origem animal aumentam a absorção de zinco em uma dieta rica em fitato (FAO/WHO, 2004).

O estudo da biodisponibilidade de Zn em alimentos é importante visto que as quantidades ingeridas não atendem às doses recomendadas para alguns grupos populacionais. A presença de fatores que reduzem sua absorção contribui para desenvolver a deficiência (HOUSE et al., 2002).

A fortificação de alimentos constitui-se em uma das estratégias mais eficientes para reduzir a deficiência de micronutrientes, é socialmente aceitável, não exigindo nenhuma modificação nos hábitos alimentares e não altera as características dos alimentos (CHAKRAVARTY, 2000).

A tecnologia Ultra Rice[®] (UR[®]) de fortificação consiste em transformar grãos de arroz quebrados em farinha de arroz, a qual é combinada com um aglutinante e nutrientes fortificantes e remodelada em grãos de arroz com o mesmo tamanho, forma e textura do arroz polido. Os níveis dos agentes de fortificação podem ser concentrados nesses grãos, de forma a poderem ser misturados com o arroz polido na proporção de 1:50 a 1:200 (LEE et al., 2000).

Este estudo baseia-se na hipótese de que o UR[®] fortificado com Zn, na forma de óxido de zinco, apresenta uma boa biodisponibilidade na matriz alimentar do arroz adicionada de outros agentes de fortificação (como o pirofosfato férrico e o mononitrato de tiamina, por exemplo, utilizados na fortificação do arroz). Entretanto, a utilização generalizada de alimentos fortificados como estratégia de controle da deficiência de vitaminas e minerais demonstra a necessidade de investigar possíveis interações entre micronutrientes (ROSADO, 2003). Uma vez que estudos que avaliaram a biodisponibilidade de Zn no UR[®] são inexistentes até o momento, e visando fornecer dados quanto à melhor caracterização desse produto, este estudo teve como objetivo avaliar a biodisponibilidade de Zn em ratos alimentados com UR[®] fortificado com óxido de Zn.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Nutrição Experimental do Departamento de Nutrição e Saúde e no Laboratório de Espectrofotometria de Absorção Atômica do Departamento de Solos, da Universidade Federal de Viçosa.

O estudo foi conduzido segundo as Normas Brasileiras de Experimentação Animal e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Animais da Universidade Federal de Viçosa (Processo nº 44/2011) (Anexo 7).

2.1. Matéria-prima

Foram utilizados grãos de arroz extrusados a partir de farinha de arroz (Ultra Rice[®] - UR[®]), produzidos e cedidos por um fabricante de massas alimentícias após autorização pelo *Program for Appropriate Technology in Health* (PATH). Os grãos continham ferro (sob a forma de pirofosfato férrico micronizado), zinco (sob a forma de óxido de zinco), tiamina (sob a forma de mononitrato de tiamina) e ácido fólico.

2.2. Dietas experimentais

A composição das dietas experimentais foi baseada na dieta AIN-93G (REEVES et al., 1993) (Tabela 1) com mistura mineral sem Zn. As dietas foram devidamente ajustadas para fornecerem 15 ou 30 mg Zn/kg de dieta, equivalentes a 50 % ou 100 % da recomendação destes minerais para os animais, procedentes do óxido de zinco presente no UR[®] para os grupos A15 e A30 e do carbonato de Zn ($ZnCO_3 = 521 \text{ mg Zn/g}$) para os grupos C15 e C30. Os grupos foram categorizados da seguinte forma: A15: Fonte de Zn – Arroz fortificado com óxido de zinco, Zn 50 %; A30: Fonte de Zn – Arroz fortificado com óxido de zinco, Zn 100 %; C15: Fonte de Zn – Carbonato de Zn, Zn 50 %; C30: Fonte de Zn – Carbonato de Zn, Zn 100 %.

Os ingredientes das dietas foram individualmente pesados e misturados em batedeira semi-industrial (Lieme[®], São Paulo, Brasil), com baixa rotação, por 20 min. As dietas prontas foram acondicionadas em sacos de polietileno e armazenadas a 10 °C.

Tabela 1. Composição das dietas experimentais (g/100g mistura) utilizadas no ensaio de biodisponibilidade de zinco.

Componentes*	Dietas Teste		Dietas Controle	
	A15 (g/100 g)	A30 (g/100 g)	C15 (g/100 g)	C30 (g/100 g)
ZnCO ₃ (mg)	-	-	0,02876	0,05752
<i>Ultra Rice</i> ^{®a}	1,14	2,28	-	-
Albumina**	19,91	19,83	20,00	20,00
Maltodextrina**	13,20	13,20	13,20	13,20
Sacarose**	10,00	10,00	10,00	10,00
Óleo de Soja**	6,94	6,87	7,00	7,00
Fibra (celulose microfina)**	4,98	4,98	5,00	5,00
Mistura de minerais sem zinco**	3,50	3,50	3,50	3,50
Mistura de vitaminas**	1,00	1,00	1,00	1,00
L-cistina**	0,30	0,30	0,30	0,30
Bitartarato de colina**	0,25	0,25	0,25	0,25
Amido de milho**	38,77	37,79	39,75	39,75
Densidade calórica (Kcal/g)	3,69	3,69	3,78	3,78

* De acordo com Reeves et al. (1993)

** Rhoster, Indústria e Comércio Ltda.

A15: Fonte de Zn – Arroz fortificado com óxido de zinco, Zn 50 %; A30: Fonte de Zn – Arroz fortificado com óxido de zinco, Zn 100 %; C15: Fonte de Zn – Carbonato de Zn, Zn 50 %; C30: Fonte de Zn – Carbonato de Zn, Zn 100 %.

a: 0,13 % de zinco

2.3. Determinação de Zn no UR[®] e nas dietas experimentais

Para determinação de Zn foi utilizada a metodologia preconizada pela AOAC (1998). Realizou-se a digestão da amostra, em triplicata, por meio de pesagem, em um tubo de digestão, de 1 g de UR[®] ou das dietas experimentais e adição de 10 mL de HNO₃ concentrado. O bloco digestor foi ligado a 80 °C e a temperatura aumentada gradativamente até 160 °C. Após as primeiras 8 horas de digestão, foram adicionados 5 mL do HNO₃. Depois de finalizada a digestão, o conteúdo do tubo foi transferido quantitativamente para um balão volumétrico de 50 mL desmineralizado. Em seguida, a amostra foi agitada em vórtex e o volume do balão completado com água deionizada. A leitura foi realizada em espectrofotômetro de absorção atômica (Perkin-Elmer Optima 3300 DV, Norwalk, USA). As vidrarias e utensílios utilizados tanto na

determinação do teor de minerais quanto nos ensaios biológicos foram desmineralizados, utilizando-se uma solução de HNO₃ 10 %, na qual permaneceram por 24 h, sendo, posteriormente, enxaguados com água deionizada.

2.4. Determinação da biodisponibilidade de Zn *in vivo*

Foram utilizados 40 ratos machos (*Rattus norvegicus*, variedade *albinus*, classe *Rodentia*), da linhagem Wistar, recém desmamados, com peso corporal entre 67,7 g e 94,8 g, provenientes do Biotério Central da Universidade Federal de Viçosa, os quais foram mantidos em gaiolas individuais de aço inoxidável, em ambiente com temperatura (22 ± 2 °C) e luz controladas, em ciclo claro-escuro de 12 h.

Os animais foram divididos em quatro grupos experimentais com 10 animais cada e foram mantidos em suas respectivas dietas por 42 dias, tempo durante o qual receberam água deionizada *ad libitum* e ingestão de dieta controlada variando entre 16 e 17 g diários. Os pesos dos animais foram monitorados semanalmente, bem como a ingestão alimentar, calculando-se assim o ganho de peso e o coeficiente de eficiência alimentar (CEA = ganho de peso (g) / consumo alimentar (g) x 100).

2.5. Análises químicas e bioquímicas

Ao final do experimento, os animais foram sacrificados sob atmosfera de CO₂. Procedeu-se a incisão das cavidades abdominal e torácica para a coleta de sangue.

Foram separados o plasma e a massa eritrocitária, para determinação de Zn. Foi ainda retirado o fêmur direito para posteriores análises.

Utilizou-se a espectrofotometria de absorção atômica para determinação do teor de Zn no plasma, após diluição em água ultrapura e, na massa eritrocitária, segundo o método de Whitehouse et al. (1982). No fêmur direito, a análise de Zn foi realizada após digestão em mistura nitroperclórica: água ultrapura (3:1 v/v) e diluições adequadas com água ultrapura. No fêmur foram ainda quantificados cálcio e magnésio, adicionando-se solução de cloreto de estrôncio hexahidratado (SrCl₂.6H₂O) após a digestão e antes da leitura (GOMES, 1996).

Foi quantificada também a concentração de hemoglobina na massa eritrocitária, sendo o Zn eritrocitário expresso em $\mu\text{gZn/g Hb}$. A hemoglobina foi determinada segundo o método do cianeto de metahemoglobina, utilizando o kit para diagnóstico colorimétrico *in vitro* da Bioclin (Belo Horizonte, MG). Os ossos foram pesados em balança analítica digital (Ohaus), com precisão de 0,0001 g. O comprimento, largura e espessura externa do fêmur foram medidos utilizando um paquímetro.

2.6. Retenção Mineral

Foi calculada a retenção mineral de Zn, cálcio (Ca) e magnésio (Mg), considerando a quantidade de mineral depositado no fêmur e a quantidade total de mineral ingerido por meio das dietas consumidas durante o experimento, conforme equação a seguir:

$$\text{Retenção Mineral} = \text{mg Mineral (fêmur)} \times 100 / \text{mg Mineral total ingerido}$$

2.7. Delineamento experimental e análise dos dados

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2 (fonte *versus* dose), com 10 repetições (animais). Os dados foram analisados por meio da análise de variância, a 5 % de probabilidade, com auxílio do *software Statistical Analysis System (SAS)*, versão 8.0, licenciado para a UFV.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Concentração de zinco nas dietas experimentais

Na análise das dietas experimentais, constatou-se que aquelas planejadas para terem 30 mg de Zn/kg apresentaram $27,93 \pm 4,3$ mg de Zn/kg (dieta teste) e $31,26 \pm 4,23$ mg de Zn/kg (dieta controle), não diferindo entre si ($p > 0,05$). As dietas de 15 mg de Zn/kg forneceram $17,45 \pm 1,48$ mg de Zn/kg (dieta teste) e $12,48 \pm 2,25$ mg de Zn/kg (dieta controle), e também não diferiram entre si ($p > 0,05$).

3.2. Ensaio biológico

Não houve efeito da interação fonte x dose em nenhuma das variáveis avaliadas ($p > 0,05$), nem da dose para essas variáveis ($p > 0,05$), ou seja, não

houve diferença significativa entre o ganho de peso (GP), ingestão alimentar (IA), ingestão de Zn (IZn) e coeficiente de eficiência alimentar (CEA) quando comparadas duas doses diferentes (15 e 30 mg Zn/kg) (dados não mostrados). Entretanto, o fator fonte apresentou diferença significativa para GP ($p = 0,0025$) e CEA ($p = 0,0083$) quando analisados isoladamente, isto é, houve diferença no GP e CEA dos animais quando a fonte de Zn foi diferente, sendo que o grupo controle apresentou as maiores médias de GP ($147,83 \pm 22,31$ g) e CEA ($18,71 \pm 3,69$ %) quando comparado ao grupo teste (Tabela 2).

Tabela 2. Ganho de peso (GP), ingestão alimentar (IA), ingestão de Zn (IZn) e coeficiente de eficiência alimentar (CEA) para diferentes fontes de Zn: arroz fortificado (Ultra Rice[®]) ou carbonato de zinco (ZnCO₃).

Fonte	GP (g)	IA (g)	IZn (mg)	CEA (%)
UR [®]	$124,12 \pm 23,53^b$	$798,80 \pm 60,68^a$	$18,49 \pm 5,11^a$	$15,39 \pm 3,87^b$
ZnCO ₃	$147,83 \pm 22,31^a$	$819,83 \pm 60,34^a$	$17,61 \pm 8,18^a$	$18,71 \pm 3,69^a$

Resultados expressos em média \pm desvio-padrão de variáveis de ratos após 42 dias de dieta contendo 50 ou 100 % da recomendação de zinco para animais, proveniente do óxido de zinco (arroz fortificado – dieta teste) ou carbonato de zinco (dieta controle) (n=10 ratos/grupo).

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pela análise de variância (ANOVA).

Observou-se que a ingestão alimentar não diferiu entre os grupos, assim como a ingestão de zinco. Entretanto, os animais do grupo teste, que consumiram o arroz fortificado, apresentaram as menores médias de ganho de peso e de CEA. A densidade calórica das dietas foi equivalente (Tabela 1), não havendo diferenças entre as quantidades de carboidratos, proteínas e lipídios entre elas. O UR[®] constitui-se no único ingrediente diferente entre as dietas, estando presente somente naquelas destinadas aos animais do grupo teste. Como estes apresentaram menor ganho de peso e menor CEA que os animais do grupo controle, cuja fonte de zinco na dieta foi o ZnCO₃, sugere-se que o óxido de zinco presente no UR[®] apresentou menor desempenho quando comparado ao controle para essa variável em questão, ou seja, maior quantidade de dieta teste deverá ser consumida para sua conversão em peso dos animais.

Sabe-se que o Zn está presente em todos os órgãos, tecidos, fluidos e secreções do corpo (KING e KEEN, 1994). O corpo humano contém cerca de 2 a 2,5 g de Zn, dos quais 55 % estão localizados nos músculos e 30 % nos

ossos (CHESTERS, 1997) que, junto com a pele e o fígado, constituem os maiores *pools* desse mineral (HOUSE, 1999). Assim, a concentração de Zn nos ossos constitui, em animais, bom marcador para avaliação do estado nutricional desse mineral (SANDSTRÖM, 1997) e, por isso, essas variáveis também foram analisadas.

Tabela 3. Concentração de Zn no fêmur (Zn-Fêmur), peso do fêmur (PF), comprimento do fêmur (CF) e espessura do fêmur (EF) em função das fontes de Zn: arroz fortificado (Ultra Rice[®]) ou ZnCO₃.

Fonte	Zn-Fêmur (mg/g)	PF (g)	CF (cm)	EF (cm)
UR [®]	0,09 ± 0,01 ^b	0,89 ± 0,11 ^a	3,11 ± 0,13 ^a	0,30 ± 0,01 ^a
ZnCO ₃	0,11 ± 0,02 ^a	0,80 ± 0,13 ^b	3,14 ± 0,07 ^a	0,30 ± 0,01 ^a

Resultados expressos em média ± desvio-padrão de variáveis de ratos após 42 dias de dieta contendo 50 ou 100 % da recomendação de zinco para animais, proveniente do óxido de zinco (arroz fortificado – dieta teste) ou carbonato de zinco (dieta controle) (n=10 ratos/grupo).

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pela análise de variância (ANOVA).

Assim como para as variáveis analisadas na Tabela 2, não se observou efeito da interação fonte x dose, assim como da dose analisada separadamente ($p > 0,05$), sobre a concentração de Zn no fêmur (Zn-Fêmur), peso do fêmur (PF), comprimento do fêmur (CF) e espessura do fêmur (EF) (dados não mostrados). Observou-se, entretanto, que a fonte de Zn apresentou efeito sobre Zn-Fêmur e PF, de modo que o grupo controle, carbonato de zinco, apresentou a maior média de ZnF (0,11 ± 0,02), enquanto o grupo teste, óxido de zinco, apresentou a maior média para PF (0,89 ± 0,11) (Tabela 3). O resultado foi inesperado, uma vez que os animais do grupo teste apresentaram ossos significativamente mais pesados, entretanto, a concentração de Zn nos ossos foi significativamente menor do que aquela dos animais do grupo controle.

Sabe-se que aproximadamente 10 a 20 % do Zn no sangue estão no plasma; o restante está dentro dos eritrócitos. Portanto, as concentrações de Zn no plasma e nos eritrócitos também constituem bons marcadores para a avaliação do estado nutricional desse mineral, podendo ser utilizados tanto em estudos com humanos quanto com animais (GIBSON, 1990).

Não foram encontradas diferenças significativas na concentração de zinco plasmático (ZnPlas) e zinco eritrocitário (ZnErit) entre os grupos, independentemente da dose (dados não mostrados) ou da fonte, indicando que ambos apresentaram eficiência na retenção de Zn no plasma e nos eritrócitos (Tabela 4).

Tabela 4. Concentração de Zn plasmático (ZnPlas) e Zn eritrocitário (ZnErit) em função das fontes de Zn: arroz fortificado (Ultra Rice[®]) ou ZnCO₃.

Fonte	ZnPlas (µg/mL)	ZnErit (µg/gHb)
UR [®]	77,71 ± 25,17 ^a	32,09 ± 12,92 ^a
ZnCO ₃	98,05 ± 37,66 ^a	29,68 ± 17,79 ^a

Resultados expressos em média ± desvio-padrão de variáveis de ratos após 42 dias de dieta contendo 50 ou 100 % da recomendação de zinco para animais, proveniente do óxido de zinco (arroz fortificado – dieta teste) ou carbonato de zinco (dieta controle) (n=10 ratos/grupo).

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pela análise de variância (ANOVA).

Em modelos animais, o crescimento e a incorporação de Zn no fêmur em ratos, codornas e leitões têm sido usados para avaliar a biodisponibilidade de Zn (SANDSTRÖM, 1997). A fosfatase alcalina é uma enzima produzida principalmente por osteoblastos, cuja principal função é promover a deposição de cálcio (Ca) na diáfise óssea (BRANDÃO-NETO et al., 1995; DIMAI et al., 1998). A atividade de fosfatase alcalina diminui rapidamente em animais submetidos a dietas Zn-deficientes (CHESTERS, 1997), sendo também o íon magnésio (Mg) um forte ativador da enzima (CHEN et al., 2000). Como consequência, menores teores de Zn e Mg provocariam uma menor retenção de Ca.

Visando avaliar essa interação entre Zn, Ca e Mg, *in vivo*, a retenção desses minerais no fêmur também foi avaliada no presente estudo. Nesse caso, a interação fonte x dose foi significativa em relação à retenção de Zn no fêmur (p = 0,0088) (dados não mostrados), levando à necessidade de se desmembrar os componentes dessa interação (Tabela 5).

Tabela 5. Retenção de zinco (RZn-fêmur), cálcio (RCa-fêmur) e magnésio no fêmur (RMg-fêmur) para diferentes fontes de Zn: arroz fortificado (Ultra Rice®) ou ZnCO₃.

Fonte x Dose	RZn-fêmur (mg/100 g)	RCa-fêmur (mg/100 g)	RMg-fêmur (mg/100 g)
A30	0,63 ± 0,12 b	3,40 ± 0,93 a	0,33 ± 0,10 a
A15	0,46 ± 0,15 c	3,52 ± 1,25 a	0,32 ± 0,07 a
C30	1,06 ± 0,25 a	4,35 ± 1,56 a	0,35 ± 0,08 a
C15	0,54 ± 0,23 c	4,12 ± 1,12 a	0,34 ± 0,10 a

Resultados expressos em média ± desvio-padrão de variáveis de ratos após 42 dias de dieta contendo 50 ou 100 % da recomendação de zinco para animais, proveniente do óxido de zinco (arroz fortificado – dieta teste) ou carbonato de zinco (dieta controle) (n=10 ratos/grupo).

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pela análise de variância (ANOVA).

C30: Fonte de Zn – Carbonato de Zn, Zn 100 %; C15: Fonte de Zn – Carbonato de Zn, Zn 50 %; A30: Fonte de Zn – Arroz Fortificado, Zn 100 %; A15: Fonte de Zn – Arroz Fortificado, Zn 50 %.

Não foram verificadas diferenças quanto à retenção de Ca e Mg no fêmur para nenhuma das fontes ou doses avaliadas ($p > 0,05$). Entretanto, observou-se que a retenção de Zn no fêmur foi maior ($p < 0,001$) nos animais do grupo controle (ZnCO₃) quando os mesmos ingeriram dietas com maiores concentrações desse mineral (30 mg de Zn/kg), seguidos por aqueles que consumiram dietas contendo 30 mg de Zn/kg provenientes do arroz fortificado com óxido de zinco. Ou seja, para essa variável, a maior dose de Zn presente na dieta parece ter influenciado na maior retenção desse mineral no osso. Ressalta-se ainda que os animais que consumiram dieta contendo 15 mg de Zn/kg não diferiram quanto à retenção de zinco no fêmur, independentemente da fonte utilizada (óxido ou carbonato de zinco), indicando que o UR® foi tão eficiente quanto o controle mesmo em dose mais reduzida.

Embora o óxido de zinco seja o composto mais utilizado para a fortificação de alimentos com zinco, alguns autores sugerem que esse composto deveria ser evitado devido a sua baixa solubilidade, fator este que afeta a biodisponibilidade do mineral (SOLOMONS e JACOB, 1981; ALLEN, 1998). Entretanto, o uso do óxido de zinco apresenta como vantagens em relação aos demais compostos o fato de ser mais estável, apresentar custo mais reduzido e não alterar significativamente as características sensoriais do alimento ao qual ele é adicionado. O sulfato de zinco é o segundo sal mais

utilizado para fortificação de alimentos e apresenta maior estabilidade que o óxido de zinco (ROSADO, 2003).

O uso generalizado da fortificação de alimentos e da suplementação como estratégias de controle da deficiência de micronutrientes torna as interações entre micronutrientes assunto de especial relevância nutricional (ROSADO, 2003).

O arroz fortificado no presente estudo apresenta uma razão ferro: zinco de 7,2:1, de modo que essa não parece ser a causa para os resultados encontrados em relação à menor concentração e retenção de Zn no osso. Entretanto, em uma razão ferro: zinco de 25:1, Sandström et al. (1985) demonstraram efeito negativo sobre a absorção de zinco quando se adicionou ferro ao alimento. Ainda, os autores observaram que, quando oferecido como solução aquosa, semelhantemente à ingestão de suplementos de ferro, a absorção de zinco foi reduzida pelo ferro de maneira dose-dependente. No entanto, quando o ferro foi adicionado a alimentos sólidos ou fórmulas infantis, nenhum efeito sobre a absorção de zinco em adultos foi observado (SANDSTRÖM et al, 1985; DAVIDSSON et al., 1995).

Semelhanemente, Whittaker (1998) revisou estudos que testaram o efeito do ferro sobre a absorção de zinco e encontrou em muitos trabalhos que o ferro reduziu a absorção de zinco quando adicionado em água, mas nessa revisão, apenas um estudo demonstrou um efeito negativo do ferro sobre a biodisponibilidade de zinco quando adicionado a alimentos sólidos.

No presente estudo, para a obtenção do arroz por meio da tecnologia Ultra Rice[®], a adição de ferro e zinco dá-se em uma farinha de arroz, portanto, uma matriz sólida, a qual foi submetida ao processo de extrusão. Portanto, o efeito negativo da presença de ferro nesse produto sobre a biodisponibilidade de zinco é improvável.

As concentrações dos agentes de fortificação devem ser cuidadosamente avaliadas, especialmente em relação a minerais que podem ser prejudiciais a humanos em determinados níveis de ingestão. A decisão em relação à dose do agente de fortificação a ser utilizada deve ser baseada no conhecimento da quantidade total do alimento fortificado que poderá ser consumida e a quantidade do mineral em outros alimentos que também o contenham. Quando a variabilidade de consumo é alta, é preferível ser mais conservador quanto às quantidades do mineral a serem adicionadas aos

alimentos para evitar o risco de ingestão excessiva em uma proporção da população que regularmente se alimenta de produtos fortificados em grandes quantidades (ROSADO, 2003).

A farinha de trigo, por exemplo, pode ser fortificada com pelo menos 100 mg de zinco/kg sem efeitos adversos sobre as propriedades sensoriais e aceitabilidade dos produtos fortificados (ARREDONDO et al., 2006). Ranum (2001) demonstrou que mesmo menores níveis de adição de zinco, em torno de 20-30 mg/kg, seriam benéficos para auxiliar o atendimento ds recomendações nutricionais. Rosado (2003), por sua vez, sugere que a fortificação de zinco deva ser feita em uma quantidade equivalente a 20-50 mg/kg de farinha de milho. O arroz fortificado utilizado no presente trabalho apresentou teor de zinco de 42 mg Zn/kg de arroz, encontrando-se, portanto, dentro da faixa de fortificação indicada.

4. CONCLUSÕES

A dieta controle, cuja fonte de Zn foi o $ZnCO_3$, apresentou os melhores resultados para os parâmetros ganho de peso, coeficiente de eficiência alimentar, concentração e retenção de Zn no fêmur quando comparada à dieta teste, cuja fonte de Zn foi óxido de zinco adicionado ao UR[®]. Entretanto, não foram encontradas diferenças significativas na ingestão alimentar, comprimento e espessura do fêmur, Zn plasmático e Zn eritrocitário, indicando que o Zn presente na dieta teste mostrou boa biodisponibilidade quando comparada ao controle.

A baixa solubilidade do óxido de zinco, agente de fortificação utilizado no UR[®], pode ter sido o principal fator que contribuiu para os resultados encontrados. Entretanto, esse sal tem sido o mais largamente utilizado, devido ao seu baixo custo e maior estabilidade.

O UR[®] parece ser uma boa alternativa de produto a ser utilizada como veículo de fortificação, uma vez que apresentou bons resultados para a maioria dos parâmetros avaliados nesse estudo. Entretanto, sugere-se a elaboração de uma nova formulação utilizando outros sais de zinco com maior solubilidade, como o sulfato de zinco.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, L. H. Zinc and micronutrient supplements for children. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 68, p. 495–498, 1998.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 16.ed. Maryland, 1998.

ARREDONDO, M.; MARTÍNEZ, R.; NÚÑEZ, M.T.; RUZ, M.; OLIVARES, M. Inhibition of iron and copper uptake by iron, copper and zinc. **Biological Research**, v.39, p.95–102, 2006.

BRANDÃO-NETO, J.; STEFAN, V.; MENDONÇA., B.; BLOISE, W.; CASTRO, A.V.B. The essential role of zinc in growth. **Nutrition Research**, v. 15, n. 3, p. 335- 358,1995.

BROWN, K.H.; PEERSON, J.M.; RIVERA, J.; ALLEN, L.H. Effect of supplemental zinc on the growth and and serum zinc concentrations of preubertal children: a meta-analysis of randomized controlled trials. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.75, n.6, p.1062-1071, 2002.

CHAKRAVARTY, I. Food-based strategies to control vitamin A deficiency. **Food Nutrition Bulletin**, v.21, n.2, p. 135-143, 2000.

CHEN, Q-X.; ZHENG, W-Z.; LIN, J-Y.; SHI, Y.; XIE, W-Z.; ZHOU, H-M. Effect of metal ions on the activity of green crab (*Scylla serrata*) alkaline phosphatase. **IJBCB**. v. 32, p. 879-885, 2000.

CHESTERS, J.K. Zn. In: O'DELL, B. L, SUNDE, R.A. (Eds). **Handbook of Nutritional Essential Mineral Elements**. Missouri, 1997. p.185-230.

DAVIDSSON, L.; ALMGREN, A.; SANDSTROËM, B.; HURRELL, R.F. Zinc absorption in adult humans: the effect of iron fortification. **British Journal of Nutrition**, n.74, p.417-425, 1995.

DIMAI, H.P.; HALL, S.L.; STILT-COFFING, B.; FARLEY, J.R. Skeletal response to dietary zinc in adult female mice. **Calcified Tissue International**, v. 62, n. 4, p. 309-315, 1998.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS; WORLD HEALTH ORGANIZATION. Zinc. In: FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS; WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Vitamin and mineral requirements in human nutrition**. 2nd ed. p. 230-245, 2004.

GARCIA, M.T.; GRANADO, F.S.; CARDOSO, M.A. Complementary feeding and nutritional status of 6-24-month-old children in Acrelândia, Acre State, Western Brazilian Amazon. **Cadernos de Saúde Pública**, v.27, n.2, p.305-316, 2011.

GIBSON, R.S. **Principles of Nutritional Assessment**. Oxford. Estados Unidos. Primeira edição, 1990.

GOMES, J. C. **Análise de Alimentos**. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Tecnologia de Alimentos, 1996.126 p.

HOUSE, W.A. Trace element bioavailability as exemplified by iron and zinc. **Field Crops Research**, v. 60, p. 115-141, 1999.

- HOUSE, W.A.; WELCH, R.M.; BEEBE, S.; CHENG, Z. Potential for increasing the amounts of bioavailable zinc in dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) through plant breeding. **Journal of Science and Food Agriculture**, v.82, p.1452-1457, 2002.
- KING, J.C.; KEEN, C. Zinc. In: SHILLS, M.E.; OLSON, J.A.; SHIKE, M. **Modern Nutrition in health and disease**. 8.ed. Philadelphia: Lea-Febriger, 1994. p.214-230.
- KING, J.C.; SHAMES, D.M.; WOODHOUSE, L. Zinc homeostasis in humans. **Journal of Nutrition**, v.130, p.1360S-1366S, 2000.
- LEE, J.; HAMER, M.L.; EITENMILLER, R.R. Stability of retinyl palmitate during cooking and storage in rice fortified with ultra rice fortification technology. **Journal of Food Science**, v.65, n.5, p. 915-919, 2000.
- RANUM, P. Zinc enrichment of cereal staples. **Food and Nutrition Bulletin**, v.22, p. 169-172, 2001.
- REEVES, P.G.; NIELSEN, F.H.; FAHEY, G.C. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: Final report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Writing Committee on the Reformulation of the AIN – 76A Rodent Diet. **Journal of Nutrition**, v.123, p.1939–1951, 1993.
- ROSADO, J.L. Zinc and copper: proposed fortification levels and recommended zinc compounds. **Journal of Nutrition**, 2985S-2989S, 2003.
- SALGUEIRO, M.J.; BIOCH, M.Z.; LYSIONEK, A.; SARABIA, M.I.; CARO, R.; PAOLI, T.D., et al. Zinc as an essential micronutrient: a review. **Nutrition Research**, v.20, n.5, 737-755, 2000.
- SANDSTRÖM, B.; DAVIDSSON, L.; CEDERBLAD, A., LÖNNERDAL, B. Oral iron, dietary ligands and zinc absorption. **Journal of Nutrition**, v.115, p.411-414, 1985.
- SANDSTRÖM, B. Bioavailability of zinc. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 51, Suppl. 1, S17- S19, 1997.
- SILVA, A.P.; VITOLO, M.R.; ZARA, L. F.; CASTRO, C. F.; Effects of zinc supplementation on 1– to 5-year old children. **Jornal de Pediatria**, v. 82, n. 3, p.227-231, 2006.
- SOLOMONS, N. W.; JACOB, R. A. Studies on the bioavailability of zinc in humans: effects of heme and nonheme iron on the absorption of zinc. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 34, p. 475–482, 1981.
- WHITEHOUSE et al. Zinc in plasma neutrophils, lymphocytes and erythrocytes as determined by flameless atomic absorption spectrophotometry. **Clinical chemistry**, v. 28, n.3, p. 475-480, 1982.
- WHITTAKER, P. Iron and zinc interactions in humans. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.68, p. 442–446, 1998.

4. ANEXOS

Anexo 1: Questionário aplicado aos pais ou responsáveis pelas crianças

Data da avaliação: ___/___/___

Identificação:

Nome da criança:		
Sexo: Masculino () Feminino ()	Data de nascimento: ___/___/___	Idade:
Nome da mãe:		
Endereço:		
Referência:		
Telefone:	Bairro:	

Avaliação nutricional:

Antropometria:	Peso (kg):	Altura (m):
Bioquímica	Nº de eritrócitos:	HCM (pg):
Ht (%):	VCM (fL):	PTN C reativa (mg/L):
CHCM (pg):	RDW (%):	Fezes:
Ferritina (µg/L):	Hb (g/L):	

Variáveis maternas:

Nº gestações:	Nº nascidos vivos:	
Pré-natal: () Sim () Não	Início do pré-natal (meses):	Nº de consultas:
Fez exame de anemia durante a gestação: () Sim Não ()	Estava anêmica: () Não ()	
Tomou composto ferroso na gestação: () Sim () Não Nome do medicamento:	Duração da suplementação: Dosagem:	
Tomou composto ferroso após o parto: () Sim () Não Nome do medicamento:	Duração da suplementação: Dosagem:	
Tomou complexo vitamínico após o parto: () Sim () Não Nome do medicamento:	Duração da suplementação: Dosagem:	
Intercorrências na gestação:		

Variáveis da criança:

Duração da gestação (meses): () 7 () 8 () 9	Tipo de parto: () Normal () Cesárea
Peso ao nascer (g):	Comprimento ao nascer (cm):

Condições socioeconômicas:

Escolaridade materna (anos completos);	Profissão materna:
Condição de trabalho atual da mãe: () empregada formal () empregada informal () desempregada	
Estado civil da mãe: () casada formal () casada informal () solteira () separada () viúva	
Escolaridade paterna (anos completos);	Profissão paterna:
Condição de trabalho atual do pai: () empregado formal () empregado informal ()	

desempregado	
Renda familiar (em salários mínimos):	Renda familiar (em reais):
Nº de pessoas que dependem dessa renda:	Renda per capita:
Nº de pessoas que moram na casa:	Nº de cômodos/quartos:

Condições de habitação:

Destino do lixo: () Coleta pública () Enterra/queima () Acumula-se no quintal () Outro
Abastecimento de água: () Público () Poço () Outro
Destino de dejetos: () Esgoto () Fossa () Céu aberto () Outro

Morbidades:

A criança sofre de alguma doença freqüente: () Sim () Não	Qual:
A criança já ficou internada alguma vez: () Sim () Não	Quantas vezes:
A última internação foi há quanto tempo (meses):	Causas:
A criança já teve sarampo: () Sim () Não	Há quanto tempo:
A criança ficou doente nos últimos 15 dias:	() Não () Diarréia () Febre () Tosse () Coriza () Dor de ouvido () Pneumonia () Alergias () Algum tipo de infecção _____ () Dor de garganta () Outra
A criança já fez exame de anemia: () Sim () Não Estava anêmica: () Sim () Não Qual medicamento:	Há quanto tempo (meses): Tomou medicamento: () Sim () Não Durante quanto tempo:
A criança já fez exame de fezes: () Sim () Não Estava com verme: () Sim () Não	Há quanto tempo: Tomou medicamento: () Sim () Não
A criança está tomando algum medicamento: () Sim () Não	Qual medicamento: Há quanto tempo:
A criança está tomando composto ferroso: () Sim () Não Nome do medicamento:	Há quanto tempo: Dosagem:
A criança está tomando complexo vitamínico: () Sim () Não Nome do medicamento:	Há quanto tempo: Dosagem:

História de vacinação:

Está com cartão de vacinas em dia: () Sim () Não	Se não, qual falta?
--	---------------------

História alimentar:

A criança tomou leite materno: () Sim () Não	Durante quanto tempo:
Com que idade a criança começou a tomar água ou chá?	
Com que idade a criança começou a tomar suco ou comer frutas?	
Com que idade a criança começou a tomar outros tipos de leite?	
Com que idade a criança começou a comer sopa, comida ou papa?	
Tipo de leite que toma atualmente: () Leite materno () Vaca () Soja (...) Cabra () Fórmula, qual?	
Toma leite próximo ao horário do almoço ou jantar? () Sim () Não	

Anexo 2: Termo de Consentimento



Universidade Federal de Viçosa
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Departamento de Nutrição e Saúde

Eu _____, CPF nº _____, responsável legal por _____, declaro ter sido informado e concordo com sua participação, como voluntário, da pesquisa denominada “Avaliação da biodisponibilidade de ferro e zinco em um arroz fortificado (Ultra Rice®) e de seu impacto no estado nutricional de ferro, zinco, tiamina e folato em pré-escolares”, desenvolvida pelo Departamento de Nutrição e Saúde da Universidade Federal de Viçosa, sob a coordenação da professora Helena Maria Pinheiro Sant’Ana.

Estou ciente de que, ao participar dessa pesquisa, meu filho será submetido a avaliações de peso corporal e estatura e a avaliações bioquímicas, com coletas periódicas de sangue.

Estou ciente também que a participação nesta pesquisa não traz complicações legais e nenhum dos procedimentos utilizados oferece riscos à integridade de meu filho.

Autorizo os autores do estudo a utilizar as informações obtidas no estudo para elaborar relatórios e artigos para divulgação em encontros e publicações acadêmico-científicas.

Também estou ciente do sigilo das informações que prestarei e do direito de meu filho se retirar da pesquisa a qualquer momento que desejar.

Fui informado de que não terei nenhum tipo de despesa para participar desta pesquisa, bem como nada será pago pela participação de meu filho.

Viçosa, ____ de _____ de 2012.

Anexo 3: Aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (UFV)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS
Campus Universitário - Viçosa, MG - 36570-000 - Telefone: (31) 3899-1269

Of. Ref. Nº 061/2011/Comitê de Ética

Viçosa, 31 de maio de 2011.

Prezada Professora:

Cientificamos V. Sª. de que o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, em sua 4ª Reunião de 2011, realizada nesta data, analisou e aprovou, sob o aspecto ético, o projeto de pesquisa intitulado *Caracterização nutricional e funcional de um arroz fortificado (Ultra Rice®) e seu impacto no estado nutricional de ferro, zinco, tiamina e folato em pré-escolares.*

Atenciosamente,

Professor Ricardo Junqueira Del Carlo
Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos
Vice-Presidente em exercício

Professora
Helena Maria Pinheiro Sant'Ana
Departamento de Nutrição e Saúde

/rhs.

Anexo 4: Planilha de registro do peso médio da porção servida

Escola: _____ Cidade (Estado): _____
 Endereço: _____ Telefone: _____

Descrever as receitas das preparações na planilha no Anexo 7.

Refeições: deixar as que serão servidas

Refeição	Alimento/Preparação	Medida Caseira	Peso 1 (g)	Peso 2 (g)	Peso 3 (g)	Peso Médio (g)
Café da Manhã	Prato					
	Total					
	Bebida					
	Total					
Lanche da Manhã	Prato					
	Total					
	Bebida					
	Total					
Almoço	Prato					
	Total					
	Bebida					
	Total					
	Sobremesa					
	Total					
Lanche da Tarde	Prato					
	Total					
	Bebida					
	Total					
	Total					

Anexo 5: Serviço de distribuição convencional: planilha de registro dos dados individuais

Nº DE REPETIÇÕES E PESO DO RESTO

Escola: _____ Cidade (Estado): _____
 Endereço: _____ Telefone: _____
 Data da Coleta: ___/___/2011 Dia da Semana: _____
 Refeição: () Café da manhã () Lanche da manhã () Almoço () Lanche da Tarde
 Cardápio: _____
 Prato: _____ Peso Médio _____ g
 Bebida: _____ Peso Médio _____ g
 Sobremesa: _____ Peso Médio _____ g

Turma	Nº de Identificação	Nº de Repetições			Repetiu apenas um dos alimentos? Qual?	Peso do Resto (g)	
		Prato	Bebida	Sobremesa		Sólidos (Prato + Sobremesa)	Líquidos (Bebidas)
		0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3			
		0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3			
		0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3			
		0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3			
		0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3			
		0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3			
		0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3			
		0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3			
		0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3			
		0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3			
		0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3			
		0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3			
		0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3			
		0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3			
		0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3			
		0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3			
		0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3			
		0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3			
		0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3			
		0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3			
		0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3			
		0 1 2 3	0 1 2 3	0 1 2 3			

*Antes de iniciar a distribuição das refeições, TODAS as crianças participantes do estudo e seus respectivos pratos e sacos de resto ingestão deverão ser identificados com etiquetas contendo a turma e o número de identificação da criança no estudo.

Nome e Assinatura do Avaliador:

Anexo 6: Planilha de descrição dos alimentos / preparações e receitas

Escola: _____ Cidade (Estado): _____

Endereço: _____ Telefone: _____

Data da Coleta: ___/___/2011 Dia da Semana: _____

Descrever os alimentos e as receitas das preparações típicas da região, que foram servidas neste dia na creche.

Refeição:	
Nome do Alimento/Preparação:	
Ingredientes e Quantidades da Receita:	
Descrição do Alimento / Modo de Preparo da Receita:	
Rendimento*:	

Refeição:	
Nome do Alimento/Preparação:	
Ingredientes e Quantidades da Receita:	
Descrição do Alimento / Modo de Preparo da Receita:	
Rendimento*:	

Refeição:	
Nome do Alimento/Preparação:	
Ingredientes e Quantidades da Receita:	
Descrição do Alimento / Modo de Preparo da Receita:	
Rendimento*:	

Refeição:	
Nome do Alimento/Preparação:	
Ingredientes e Quantidades da Receita:	
Descrição do Alimento / Modo de Preparo da Receita:	
Rendimento*:	

*Quantidade de porções que uma receita serve
Nome e Assinatura do Avaliador:

**Anexo 7. Aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Animais da
Universidade Federal de Viçosa (UFV)**

CERTIFICADO

A Comissão de Ética para Uso de Animais (CEUA) / UFV certifica que o processo n.º 33 / 2011, intitulado “**Caracterização nutricional e funcional de arroz fortificado (Ultra Rice®) com beta-caroteno, ácido fólico, tiamina, ferro e zinco e impacto de sua utilização no estado nutricional de pré-escolares no município de Viçosa, MG**” coordenado pela Professora Helena Maria Pinheiro Sant’Ana do Departamento de Nutrição e Saúde está de acordo com o Código de Ética Profissional do Médico Veterinário, com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) e com a legislação vigente, tendo sido aprovado por esta Comissão em 9/6/2011.

CERTIFICATE

The Ethic Committee in Animal Use / UFV certify that the process number 33 / 2011, named “**Nutritional and functional characterization of fortified rice (Ultra Rice®) with beta-carotene, folic acid, thiamine, iron and zinc and impact of its use in the nutritional status of preschool children in Viçosa, MG**” is in agreement with the Medical Veterinary Professional Ethics Code, with the Ethical Principles for Animal Research established by the Brazilian College for Animal Experimentation (COBEA) and with actual Brazilian legislation. This Institutional Commission on June 9, 2011 approved this process.

Viçosa, 9 de junho de 2011

Comissão de Ética para o Uso de Animais da UFV
(CEUA / UFV)