

CONCENTRAÇÃO DOS MACROMINERAIS (Ca, K e Na) EM FÓRMULAS INFANTIS COMERCIALIZADAS NA CIDADE DE SÃO PAULO

Paola de S.Santos¹, Mitiko Saiki¹, Maria Esther J. R. Ceccon², Jane Oba³, Cecília N. L. Yu⁴, Vera A. Maiharaⁿ

^{1,n} Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares/Laboratório de Análise Neutrônica
SP, Brasil

paolaipen@usp.br; vmaihara@ipen.br; mitiko@ipen.br

² Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina/Departamento de Pediatria
SP, Brasil

maria.ceccon@icr.usp.br

³ Universidade de São Paulo, Instituto do Coração do Hospital das Clínicas de São Paulo
SP, Brasil

jane.oba@incor.usp.br

⁴ Hospital Estadual Sapopemba/Departamento de Pediatria –
SP, Brasil

cecilialinyu@yahoo.com

Resumo- Neste estudo foram determinadas as concentrações de Ca, K e Na em dezessete diferentes amostras de fórmulas infantis. As quais foram adquiridas na cidade de São Paulo. O método de Análise por ativação com nêutrons instrumental aplicado nestas análises constituiu em irradiar alíquotas das amostras por 8 horas sob um fluxo de nêutrons térmicos da ordem de $10^{12} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ no reator nuclear IEA-R1. Para avaliar a qualidade dos resultados, foi analisado o material de referência certificado NIST RM 8435 Whole Milk Powder. A maioria das amostras de fórmulas infantis apresentou concentrações de Ca, K e Na similares aos níveis declarados nos rótulos das embalagens. Em algumas amostras houve uma diferença pequena das concentrações de Na e K quando comparados com os valores impressos nos rótulos, porém todos os resultados as concentrações estavam de acordo às recomendações da Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA).

Palavras-chave: Macrominerais, fórmulas infantis e Análise por Ativação com Nêutrons

Área do Conhecimento: IV - Ciências da Saúde

Introdução

O leite materno é considerado a melhor fonte de nutrientes para os recém-nascidos (BENEMARIYA et al, 1995). Entretanto, quando não há possibilidade de manter a amamentação, a melhor alternativa é o uso de fórmula infantil (FAO/WHO, 1982). Os níveis dos elementos nas fórmulas infantis geralmente são produzidos similares à composição do leite humano.

As fórmulas infantis comercializadas contêm cálcio (Ca), potássio (K) e sódio (Na) em quantidades ideais para os lactentes. Esses elementos são importantes para o funcionamento do metabolismo. O Na e o K são os principais cátions do fluido extracelular e intracelular. A principal função do Na é manter a pressão osmótica dos fluidos corporais e na transmissão do impulso nervoso através do mecanismo de bomba de sódio, o K tem participação efetiva na

contração muscular e o Ca é vital na complexa formação dos ossos. A deficiência ou o excesso desses macrominerais pode resultar em diversas patologias (ANGELIS & TIRAPEGUI, 2007).

Nos últimos anos, tem havido interesse em analisar fórmulas infantis, com o objetivo de comparar valores de suas concentrações e elementos essenciais com os valores declarados nos rótulos, como por exemplo, Kashlan et al (1991) que determinaram os níveis de elementos traço (Zn, Cu, Mn e Fe) e elementos maiores (Na, K, Ca, P e Mg) em 23 fórmulas infantis à base de leite de vaca e 6 à base de soja comercializadas no Kuwait. Os resultados desse estudo mostraram que os níveis dos elementos estão dentro das recomendações do *Codex Alimentarius*.

O objetivo desse estudo foi determinar as concentrações dos macrominerais (Ca, K e Na) em fórmulas infantis comercializadas na cidade de São Paulo para posterior comparação com os

declarados nos rótulos e com os valores recomendados pela ANVISA (1998).

Materiais e Métodos

Neste estudo foram determinadas as concentrações de Ca, K e Na pela Análise por Ativação com Nêutrons Instrumental nas seguintes fórmulas infantis comercializadas na cidade de São Paulo no período de 2006 - 2007: 3 fórmulas à base de soja; 5 fórmulas à base de leite para lactente de 0-6 meses de idade; 4 fórmulas à base de leite para lactentes a partir do sexto mês; 2 fórmulas à base de leite para recém-nascidos de alto risco e 3 fórmulas para lactentes com necessidades especiais, totalizando 17 amostras.

As amostras codificadas de FI-1 até FI-17 foram removidas das embalagens originais para recipientes de polietileno, previamente limpos com água deionizada e com solução de 10% de HNO₃ PA. Estas amostras foram mantidas em refrigerador a 4°C antes das análises. Na Tabela 1 está a descrição das fórmulas infantis analisadas.

Tabela 1- Descrição das fórmulas infantis

Código das amostras	Descrição – Idade do lactente
FI – 1	Fórmula à base de leite - 0-6 meses
FI – 2	Fórmula à base de leite – a partir dos 6 meses
FI – 3	Fórmula à base de proteína isolada de soja ^a
FI – 4	Fórmula à base de proteína isolada de soja ^a
FI – 5	Fórmula à base de leite – a partir dos 6 meses
FI – 6	Fórmula à base de leite - 0-6 meses
FI – 7	Fórmula à base de leite – a partir dos 6 meses
FI – 8	Fórmula à base de leite - 0-6 meses
FI – 9	Fórmula à base de leite – a partir dos 6 meses
FI – 10	Fórmula à base de leite - 0-12 meses
FI – 11	Fórmula para lactentes com necessidades especiais ^a
FI – 12	Fórmula para lactentes com necessidades especiais ^a
FI – 13	Fórmula para lactentes com necessidades especiais ^a
FI – 14	Fórmula à base de leite - 0-6 meses
FI – 15	Fórmula à base de proteína isolada de soja ^a
FI – 16	Fórmula à base de leite - para neonatos de alto risco ^b
FI – 17	Fórmula à base de leite - para neonatos de alto risco ^b

^a sem identificação de idade ^b alimentação para crianças menores de um ano

Para determinar a umidade residual, cerca de 1g de cada amostra foi aquecida a 85°C, até peso

constante, utilizando o analisador de umidade MB45 da Ohaus Corporation, EUA. A percentagem de umidade obtida está na Figura 1 e variaram de 1,54 a 4,14%. Este teor de umidade foi utilizado para calcular a massa seca.

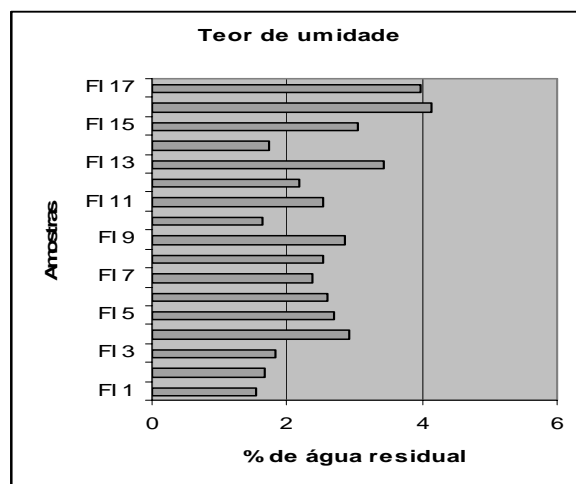


Figura 1- Percentagens do teor umidade nas amostras de fórmula infantil

A metodologia de análise utilizada foi a Análise por Ativação com Nêutrons Instrumental, que consiste em irradiar as amostras simultaneamente com padrões dos elementos de interesse num reator nuclear, sob fluxo de nêutrons térmicos. Após a ativação, os elementos tornados radiativos foram analisados num espectrômetro de raios gama (SANTOS et al, 2007).

Os padrões de Ca, K e Na foram preparados a partir de soluções padrão estoque com a concentração 1000 a 10000 mg mL⁻¹ da marca Spex Certiprep. Cerca de 50 a 100 µL dessas soluções foram pipetadas sobre tiras de papel de filtro Whatman 40, as quais após a secagem foram colocadas em invólucros de polietileno.

Cerca de 200 mg de cada amostra de fórmulas infantis pesadas em invólucros de polietileno foram irradiados juntamente com os padrões no reator de pesquisa nuclear IEA-R1 do IPEN/CNEN-SP por 8 h sob um fluxo de nêutrons térmicos da ordem de 5x 10¹² cm⁻² s⁻¹. Após adequados períodos de decaimento, as amostras e os padrões irradiados foram medidos em um detector de germânio hiperpuro, acoplado a um espectrômetro de raios gama.

Os espectros gama foram processados usando programas de computação apropriados. Os radioisótopos após formados foram identificados pelas energias dos raios gama e meia-vida e as concentrações dos elementos foram calculados pelo método comparativo.

Resultados

A técnica de INAA empregada demonstrou-se apropriada para a determinação dos macrominerais nas fórmulas infantis. Para avaliar a precisão e a exatidão da metodologia o material de referência certificado NIST-RM 8435 Whole Milk Powder foi analisado. A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos e os valores certificados para esses elementos. Os valores obtidos para $|z \text{ score}| < 2$ (THOMPSON & WOOD, 1993) indicam que os resultados são satisfatórios, isto é, os resultados obtidos estão dentro da faixa dos valores do certificado a um nível de confiança de 95%. Há uma boa concordância dos resultados obtidos com os valores certificados, indicando uma boa exatidão.

Tabela 2- Concentração dos elementos no material certificado NIST Whole Milk Powder

Elementos mg / g	Nesse trabalho M \pm DP ^c	Valores certificados	z score
Ca	9312 \pm 911	9220 \pm 490	0,19
Na	2878 \pm 268	3560 \pm 400	-1,7
K	12692 \pm 803	13630 \pm 470	-2,0

^c média aritmética \pm desvio-padrão de seis determinações

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos, os valores declarados nos rótulos das embalagens e os valores recomendados pela ANVISA (1998) de 50-90 mg Ca/100kcal. Para as amostras FI-4 e FI-5 os valores variaram de 20% a 45%, respectivamente com relação aos valores do rótulo.

Os resultados obtidos para o K apresentados na Tabela 4 mostram que para a maioria das amostras há uma boa concordância entre os dados obtidos e os valores declarados nos rótulos ou dentro da faixa recomendada pela ANVISA de 80-200 mg K/100kcal. Para amostras FI-4, FI-8 e FI-10 foram obtidos concentrações de K diferentes daqueles declarados nos rótulos. Já para amostras FI-6 e FI-14 os valores de K encontrados foram inferiores aos da ANVISA.

Na Tabela 5 estão os resultados obtidos para o Na. Algumas amostras apresentam diferença nas concentrações com relação aos valores declarados pelos fabricantes, porém para todas as amostras os resultados estão dentro do intervalo recomendado pela ANVISA de 20-85 mg Na/100kcal.

Discussão

Há alguns anos as fórmulas infantis vem sendo analisadas com o objetivo de comparar os resultados com as declarações dos rótulos.

Tabela 3- Concentrações do cálcio obtido em fórmulas infantis e valores dos rótulos

Amostras	Rotulagem	Nesse Trabalho M \pm DP*
FI - 1	62	62 \pm 10
FI - 2	120	118 \pm 18
FI - 3	104	102 \pm 10
FI - 4	82	98 \pm 6
FI - 5	132	73 \pm 17
FI - 6	81	85 \pm 6
FI - 7	105	120 \pm 10
FI - 8	95	87 \pm 6
FI - 9	149	144 \pm 8
FI - 10	106	106 \pm 20
FI - 11	93	99 \pm 4
FI - 12	57	57 \pm 6
FI - 13	84	86 \pm 16
FI - 14	85	81 \pm 7
FI - 15	129	111 \pm 16
FI - 16	124	122 \pm 14
FI - 17	125	131 \pm 11

* Média aritmética \pm desvio-padrão de três determinações

Tabela 4- Concentrações do potássio obtido em fórmulas infantis e valores dos rótulos

Amostras	Rotulagem	Nesse Trabalho M \pm DP*
FI - 1	89	87 \pm 4
FI - 2	125	126 \pm 10
FI - 3	114	106 \pm 4
FI - 4	98	151 \pm 14
FI - 5	169	152 \pm 11
FI - 6	98	77 \pm 6
FI - 7	135	142 \pm 8
FI - 8	121	74 \pm 18
FI - 9	192	165 \pm 21
FI - 10	134	108 \pm 4
FI - 11	116	118 \pm 6
FI - 12	98	107 \pm 8
FI - 13	120	123 \pm 8
FI - 14	92	76 \pm 4
FI - 15	125	139 \pm 9
FI - 16	108	102 \pm 2
FI - 17	112	109 \pm 7

* Média aritmética \pm desvio-padrão de três determinações

Hamill et al (1989) analisaram a composição elementar de 135 amostras de leite infantil entre o período de 1981 a 1985 de quatro fabricantes. Os

elementos determinados foram Ca, P, Mg, Zn, Cu, Mn, Na, K e Cl. A média±DP por 100 kcal para o Ca, K e Na foram: 85±18 mg; 120±21 mg; 38±11 mg, respectivamente. Esses resultados se assemelham com o intervalo que foi obtido de 62-131 mg/100 kcal Ca; 76-165 mg/100kcal K; 21-53 mg/100kcal Na, nesse trabalho.

Tabela 5- Concentrações do sódio obtido em fórmulas infantis, valores dos rótulos e ANVISA

Amostras	Rotulagem	Nesse Trabalho M ± DP*
FI - 1	23	21 ± 1
FI - 2	42	40 ± 2,1
FI - 3	35	32 ± 2
FI - 4	27	45 ± 9
FI - 5	59	40 ± 7
FI - 6	44	46 ± 3
FI - 7	62	42 ± 7
FI - 8	37	26 ± 8
FI - 9	58	53 ± 4
FI - 10	42	34 ± 2
FI - 11	37	35 ± 2
FI - 12	24	22 ± 2
FI - 13	34	30 ± 2
FI - 14	27	26 ± 4
FI - 15	47	32 ± 5
FI - 16	36	31 ± 2
FI - 17	50	41 ± 3

* Média aritmética ± desvio-padrão de três determinações

Kashlan et al (1990) analisaram 23 fórmulas infantis à base de leite e seis à base de soja comercializadas no Kuwait. Para os macrominerais foram obtidas as seguintes médias para as fórmulas à base de leite e à base de soja, respectivamente (mg/100kcal): 97-81 para Ca; 125-102 para K; 40-42 para Na. Os resultados das médias no presente estudo para as fórmulas à base de leite foram de (mg/100kcal) 98 para Ca; 114 para K; 35 para Na. Para as fórmulas à base de soja a média dos resultados foram de (mg/100kcal) 104 para Ca; 132 para K; 36 para Na. Os resultados mostraram uma pequena discrepância entre as fórmulas infantis comercializadas na cidade de São Paulo em relação às fórmulas infantis comercializadas no Kuwait.

Conclusão

Pelos resultados pode-se concluir que as concentrações dos macrominerais Ca, K e Na nas amostras analisadas de fórmulas infantis comercializadas na cidade de São Paulo estão de

acordo com os valores impressos nos rótulos e também estavam dentro dos intervalos recomendados pela ANVISA. A diferença entre os níveis encontrados no presente estudo e os apresentados nos rótulos foi pequena para o Na e K em algumas amostras. Estes dados preliminares incentivam estudos para determinar outros elementos essenciais presentes nas fórmulas infantis e em outras variedades de fórmulas de leite disponíveis no mercado.

Agradecimentos: Os autores agradecem à FAPESP pela bolsa de Mestrado concedida e ao IPEN.

Referências

- ANGELIS, R.C; TIRAPÉGUI, J. Fisiologia da nutrição humana, aspectos básicos, aplicados e funcionais. 1. ed. Rio de Janeiro: Ed. Atheneu, 2007.
- BENEMARIYA, H; ROBBERECHT, H; DEELSTRA, H. Copper, zinc and selenium concentration in milk from middle-class women in Burindi (Africa) throughout the first 10 months of lactation. **Sci. Total Environ.** V.164, p.161-174, 1995.
- BRASIL. ANVISA Ministério da Saúde. Portaria nº 977, de 05/12/1998. Regulamento Técnico para fórmulas Infantis para Lactentes e de Seguimento. Diário Oficial da União, Brasília, republicada em 15/04/1999. Seção 1, pt1.
- FAO/WHO. "CAC/RS", *Codex Alimentarius*, V.IX, p.72, 1982.
- HAMILL, T.W; YOUNG, E.R; EITENMILLER, R.R; HOGARTY, C.D & SOLIMAN, M. Ca, P, Mg, Zn, Cu, Mn, Na, K, and Cl contents of infant formulas manufactured in the United States. **J. Food Compos. Anal.** V.2, p.132- 139, 1989.
- KASHLAN, N.B; HASSAN, A.S; SRIVASTAVA, V.P; MOHANA, N.A & SHUBBER, K.M. Elemental contents of milk-based and soy-based infant formulas marketed in Kuwait. **Food Chem.** V.42, p.57-64, 1990.
- SANTOS, P.S; MAIHARA, V.M; SAIKI, M. Determination of Br, Ca, Na, Fe, Rb, Se and Zn in milk formulas by Inaa. In Proceedings of **International Nuclear Atlantic Conference.** p.6, CD-ROM – Santos, SP 2007.
- THOMPSON, M; WOOD, R. The International harmonized protocol for the proficiency testing of chemical analytical laboratories. **Pure Appl. Chem.** V.65, p. 2123-2144, 1993.